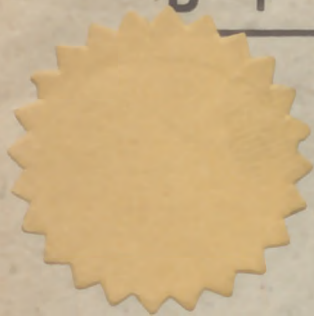


DON
621

428

BIBLIOTEKA TECHNICZNA

Nr 18



Tng K. DONIMIRSKI

ŚLUSARSTWO

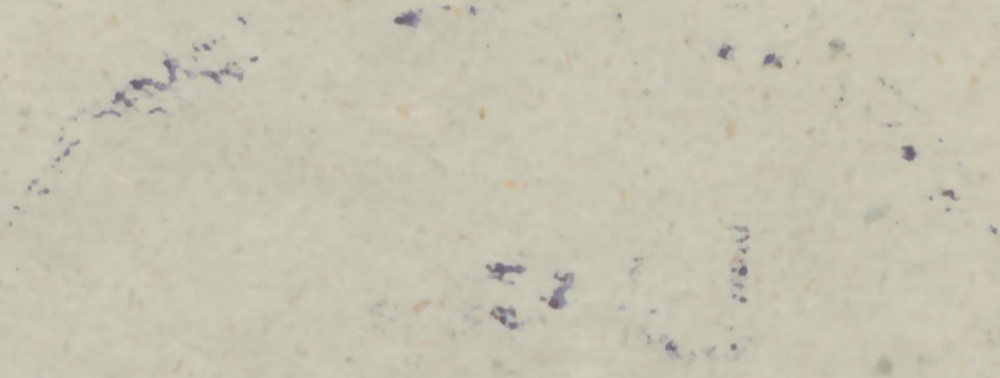


STOWARZYSZENIE
TECHNIKÓW
POLSKICH
WE WŁOSZECH

Nr. 28917

Tel. Sloane 0481.

COMMITTEE FOR THE ...



145384

1/6

Tng K. DONIMIRSKI

ŚLUSARSTWO



STOWARZYSZENIE
 TECHNIKÓW
 POLSKICH
 WE WŁOSZACH

DON

683

Pod redakcją Komisji Wydawniczej S. T. P.
Drukarnia O.G.I. - Via Cesena, 14, Tel. 767166, Rzym

PODREČZNIK DLA MECHANIKÓW

Autoryzowany przedruk z Wydania II 1945

COMMITTEE FOR THE EDUCATION
OF POLES IN GREAT BRITAIN
POLISH LIBRARY IN LONDON.

28917.



Copyright: 425 103
WORLD'S ALLIANCE OF THE YOUNG MEN'S CHRISTIAN ASSOCIATION
(Y. M. C. A.)
GENEVA 1947
Printed in Italy

D2 22/03

ROZDZIAŁ I

WARSZTAT ŚLUSARSKI

A. Lokal

Pomieszczenie na warsztat ślusarski trzeba wybrać i wyposażyć należycie. Lokal powinien być suchy i jasny, a ściany i sufit czysto wybielone. Drzwi i okna muszą być szczelne, aby uniknąć przewiewu. Szyby dobrze jest zabezpieczyć siatką drucianą od wewnątrz i od zewnątrz. W dolnej części okna, na wysokości głowy stojącego człowieka dajemy szyby matowe, a wówczas słońce nie razi w oczy oraz uwaga pracownika nie rozprasza się przez wyglądanie oknem. Najlepsze są okna tak zwane fabryczne, z żelaznej ramy w kraty, gdzie wszystkie szyby są jednakowo duże. Wystarczy wówczas mieć jedną szybę w rezerwie, aby w razie wybicia móc natychmiast uszkodzenie naprawić, co jest bardzo ważne zwłaszcza w zimie. W dużych warsztatach muszą być dodatkowe okna w suficie.

Oświetlenie sztuczne musi być równomierne, tj. bez rażącego blasku i cienia. Stosujemy zatem matowe żarówki i klosze, które łagodnie rozpraszają światło na ściany i sufit. Gdy mamy kilka takich lamp, to cały warsztat będzie prawidłowo oświetlony.

Podłoga w warsztacie powinna być równa, aby się pracownik nie potykał; najlepsza jest z drewnianych klocków lub okrągłaków, wsadzonych na sztorc. Jeśli w lokalu jest podłoga betonowa, to obowiązkowo trzeba położyć deski, aby pracownicy nie stali na zimnym betonie.

W zimie należy warsztat odpowiednio ogrzać. Dobre są do tego przenośne piecyki z kaflami, bo ich grube ściany długo utrzymują ciepło, podczas gdy piecyki żelazne parzą nawet z odległości 2—3 m póki się w nich pali, ale po wygaśnięciu szybko stygną. Dlatego też nie stawiamy pieców tuż koło stanowiska roboczego a w ostateczności osłaniamy piecyk blaszanym ekranem.

B. Stanowiska ślusarskie

Stanowiska robocze znajdują się przy stołach ślusarskich. Stół stawiamy w ten sposób, aby pracownik miał światło z przodu lub z boku, w żadnym wypadku z tyłu. Na rys. 1 widzimy pracownika przy stole ślusarskim. Stół składa się z silnej, drewnianej płyty, z grubych co najmniej czterocentymetrowych desek. Dla cięższych prac płyta musi być grubsza, lub dajemy dwie warstwy desek: jedna warstwa wzdłuż, druga

w poprzek stołu. W stole bardzo wygodne są szuflady płytkie (do 10 cm). Szuflady głębokie są ciężkie i gdy je wypełni się narzędziami przy otwieraniu łatwo wypadają. W głębokiej szufladzie niedbały pracownik rzuca narzędzia jedno na drugie i niszczy je, pozatem przechowuje niepotrzebne odpadki i kawałki złomu. Aby znaleźć jakieś narzędzie w takiej szufladzie; trzeba wszystko poprzewracać, przyczem stalowe narzędzia się obijają.

W dolnej części stołu dobrze jest mieć drugą płytę w odległości około 20 cm od podłogi. Płyta ta usztywnia stół i pozwala na przechowywanie większych przedmiotów. Dolna płyta powinna być węższa od górnej, aby pracownicy mogli wysunąć nogę ku przodowi bez zawadzenia o deskę.

Stół ustawiamy mocno i pewnie, aby się nie kiwał. Jeśli podłoga jest nierówna, ustawiamy płytę stołową według poziomnicy a pod nogi podkładamy klocki. Słabe stoły opieramy o ścianę; mocne i sztywne stoły z ciężką płytą mogą stać swobodnie, na środku warsztatu.

C. Imadła ślusarskie

Imadła ślusarskie przykręcamy do stołów ślusarskich w odstępach nie mniejszych niż 1,20 m.

Korpusy imadeł wykonuje się bądź z żeliwa, bądź z kutej stali. Imadła żeliwne są sztywne i ciężkie; imadła kute ze stali bywają nieco droższe ale trwają znacznie dłużej, a nadają się szczególnie do warsztatów reperacyjnych, gdzie trzeba nie raz mocować przedmiot i uderzać w niego silnie młotem.

Imadła używane przez ślusarzy zwane są też równoległymi, ponieważ szczeka ruchoma wysuwa się po linii prostej a szczęki imadła pozostają stale równoległe. Rozróżniamy dwa zasadnicze typy imadeł ślusarskich:

1. Imadło z wysuwaną szczęką przednią

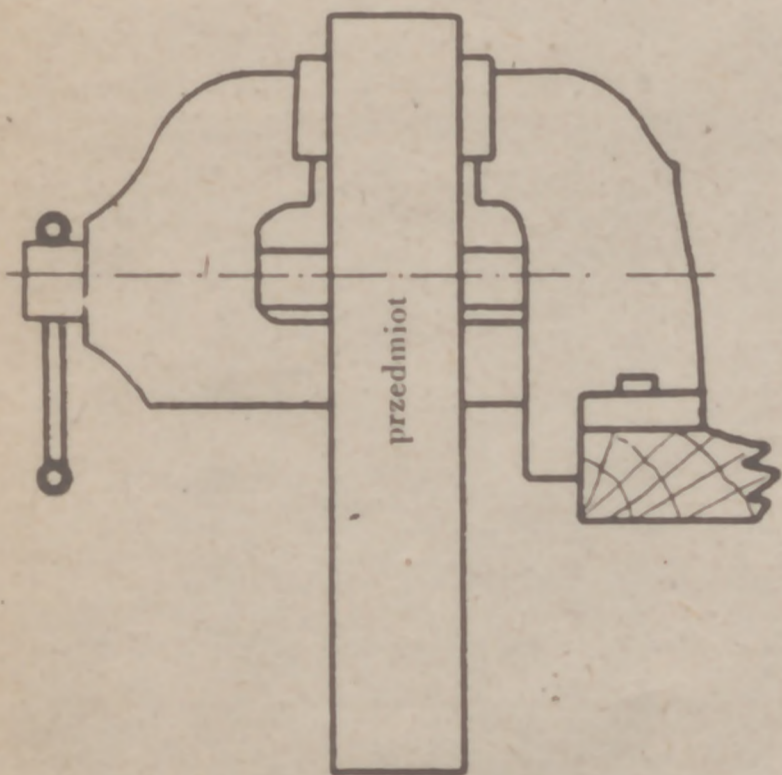
Służy ono do mocowania przedmiotów długich (rys. 2). W imadle tym tylna szczeka jest na równi z brzegiem stołu, a przednia wysuwa się do pracownika. Ze względów wytrzymałościowych największy rozstaw szczęk przy tych imadłach dochodzi najwyżej do 150 mm, natomiast fakt wysunięcia szczęki w przód, poza stół, pozwala na mocowanie przedmiotu długiego, sięgającego do podłogi.

2. Imadło z wysuwaną szczęką tylną

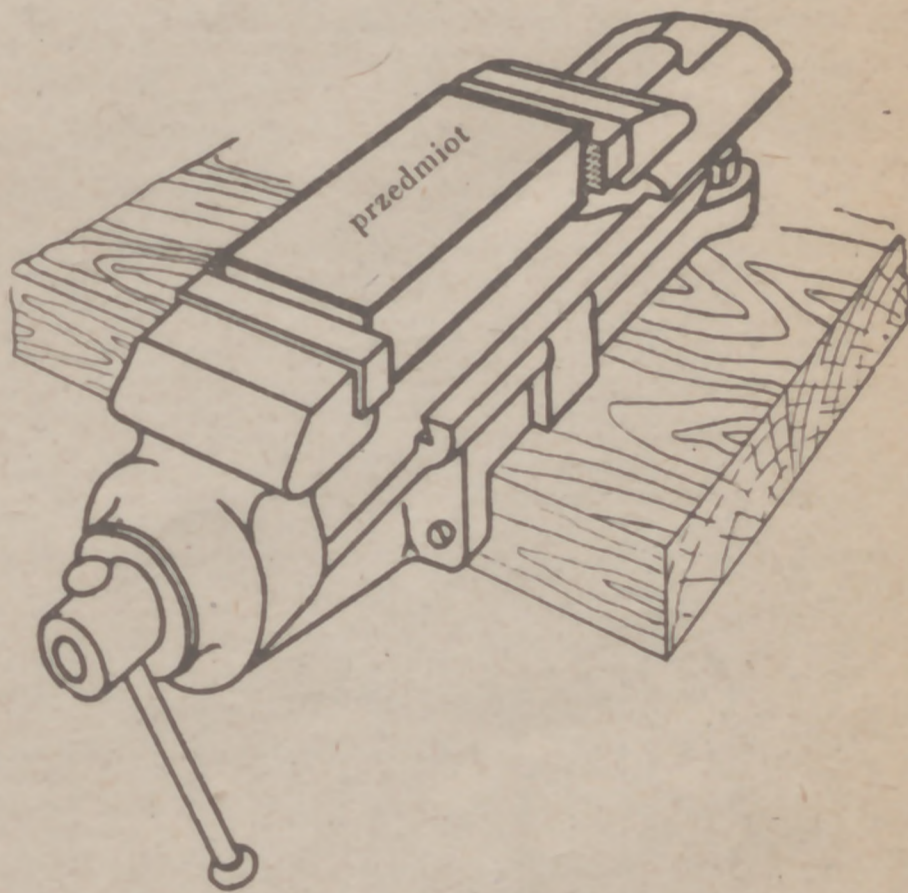
Ponieważ tylna, ruchoma szczeka pozostaje podczas wysuwania stale w silnych, spoczywających na płycie stołowej prowadnicach, więc największy rozstaw szczęk pozwala na zamocowanie przedmiotów dość szerokich, często nawet więcej niż 300 mm — ale niezbyt grubych. Imadło takie widzimy na rys. 3.



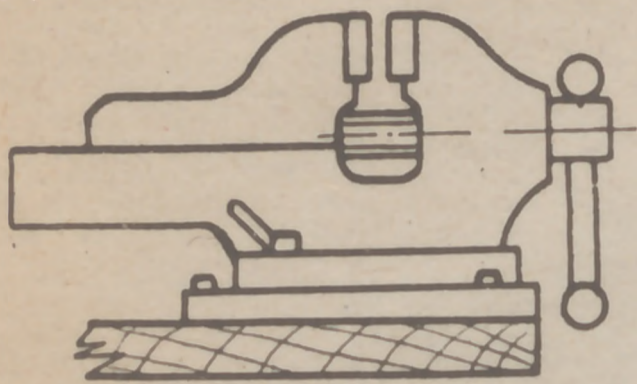
Rys. 1
Pracownik przy stole ślusarskim



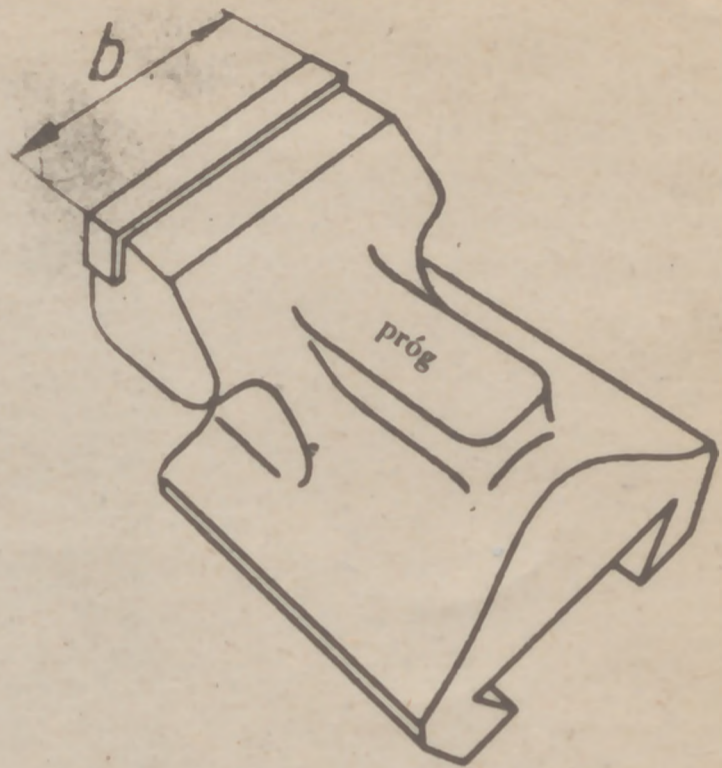
Rys. 2
Przedmioty długie mocujemy w imadle z wysuwaną przednią szczęką



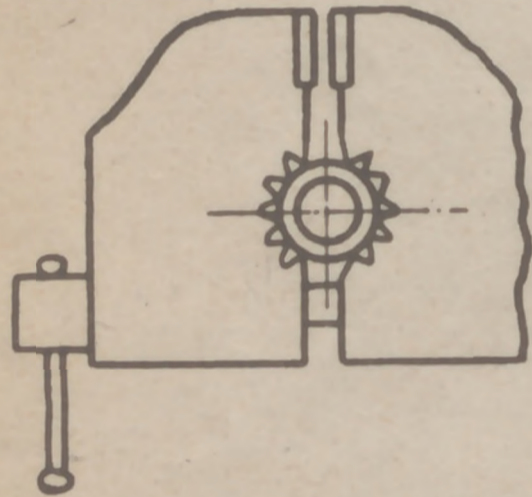
Rys. 3
Do przedmiotów szerokich a cienkich nadaje się imadło z wysuwaną szczęką tylną



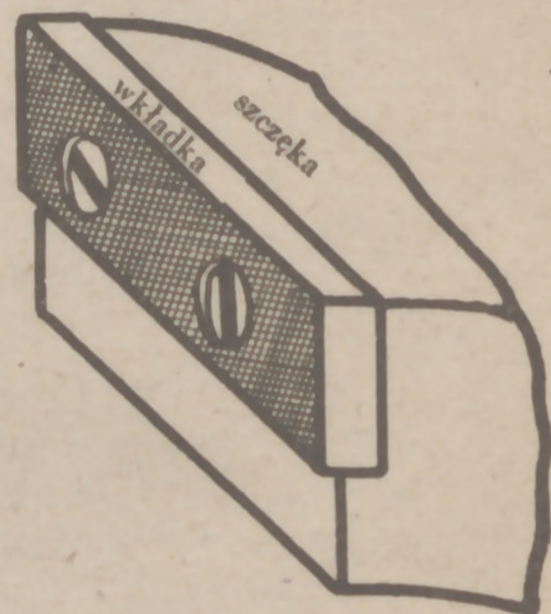
Rys. 4
Do przedmiotów o kształtach skomplikowanych stosujemy imadło obrotowe



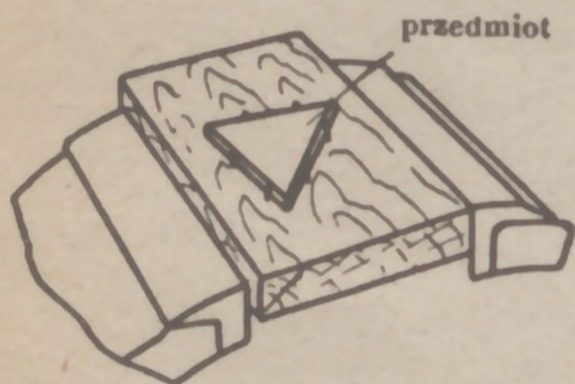
Rys. 5
Tylna szczeka imadła posiada próg, służący jako kowadełko do lekkich prac



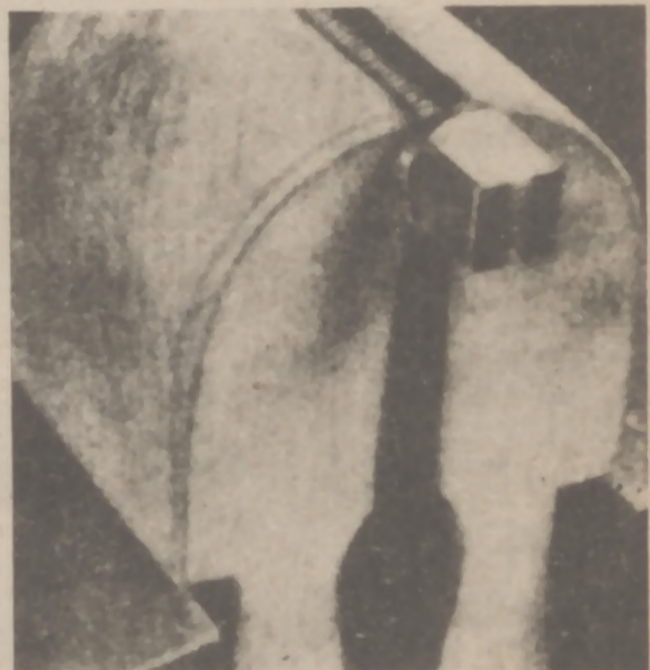
Rys. 6
Niektóre imadła mają zęby do chwytania rury między szczękami



Rys. 7
W szczękach imadła wpasowane są stalowe hartowane wkładki, umocowane dwoma śrubami



Rys. 9
Przedmioty z cienkiej blachy i nie mające krawędzi równoległych okolkujemy na desce, zamocowanej w imadle



Rys. 8
Przedmioty delikatne chwytamy imadłem przez szczęki drewniane

3. Imadło stałe lub obrotowe

Każdy z opisanych wyżej typów może być wykonany jako imadło stałe lub obrotowe. Duże masywne imadła są przeważnie stałe, tzn. przykręcane sztywno do stołu. Imadła obrotowe (rys. 4), najczęściej niewielkie, są bardzo praktyczne do mocowania i obrabiania przedmiotów o skomplikowanych kształtach, gdy trzeba np. zamocować ramę wózka itp. Imadło takie spoczywa na podstawie, a po odkręceniu rączki można obrócić je dokoła, lub też tylko o 90° , co w wielu wypadkach bardzo ułatwia pracę. W imadle obrotowym nie można natomiast zginać prętów itp., gdyż przy próbie zginania imadło wzruszy się i okręci (patrz rozdział II K, „Zginanie na zimno“).

4. Mocowanie w imadłach

Zasadą dobrego mocowania przedmiotów obrabianych jest ich możliwie głębokie osadzenie w szczękach, aby poza imadłem sterczało tylko kilka mm. W przeciwnym razie przedmiot drży przy obróbce.

Na tylnej szczęce imadła znajduje się zawsze mały próg, który może służyć jako kowadełko do lekkich prac (rys. 5).

Niektóre imadła posiadają zęby pozwalające na uchwycenie rury bez obawy o jej zgniecenie (rys. 6).

Szczęki imadeł posiadają zawsze wkładki z twardej, hartowanej stali (rys. 7). Te szczęki stalowe są dobrze dopasowane i przykręcone dwoma śrubami — oraz karbowane, aby zamocowany przedmiot nie ślizgał się.

Przy mocowaniu w imadle przedmiotów o gładkich, obrobionych krawędziach nacięcia na stalowych szczękach pozostawiają na przedmiocie odciski. Aby tego uniknąć mocujemy przedmioty obrabiane ochroniaczami z blachy aluminiowej czy mosiężnej lub z ołowiu. Jeśli w jakimś imadle mocujemy stale tylko przedmioty obrabiane dla dokonywania lekkich prac, to można zastosować szczęki stalowe gładkie (bez karbów) lub szczęki ze specjalnej masy.

Jeżeli mamy mocować przedmioty delikatne (np. śrubę, którą trzeba chwycić za gwint), to stosujemy szczęki drewniane, pokazane na rys. 8.

Ponieważ szczęki imadła są równoległe, więc nie chwytają dobrze za przedmioty bez równoległych płaszczyzn. Dlatego drobne, cienkie przedmioty, jak krążki z blachy itp., kładziemy na deskę z twardego drzewa i okołkowujemy gwoździkami bez łebków, poczem deskę mocujemy w imadle (patrz rys. 9). Nie wolno do kołkowania używać igieł gramofonowych, bo od nich niszczy się pilnik.

Do mocowania pionowego i poziomego wałków są bardzo dobre specjalne szczęki aluminiowe z pryzmatycznymi wcięciami wzdłuż i w poprzek szczęk (patrz rys. 10). Szczęki te są złączone sprężynującymi drutami i nie spadają z imadła.

Przy piłowaniu płaszczyzny skośnej mocujemy przedmiot w imadłku skośnym (rys. 11), które osadzamy w szczękach imadła ślusarskiego.

Długie arkusze blachy mocujemy w dwu kątownikach (lub teownikach), których jedną stronę chwytamy imadłem, a drugą ściskamy imadłem ręcznym, jak na rys. 12.

Długie i ciężkie przedmioty mocujemy w dwóch imadłach (rys. 13).

5. Dobór imadeł

Pracownik dobiera sobie imadło według wzrostu, przez przyłożenie łokcia do imadła (patrz rys. 14). Praca w za niskim czy za wysokim imadle jest męcząca i niezdrowa zwłaszcza dla chłopców w okresie rozwoju (16 — 20 lat).

Zalecona, prawidłowa postawa przy pracy uwidoczniła jest na rys. 15; zasadą jednak jest, aby pracownik stał pewnie i wygodnie.

Jak widzimy z opisów imadeł, warsztat ślusarski powinien je posiadać w większej ilości i zawsze więcej aniżeli jest pracowników.

Umożliwia to odpowiednie dobranie do każdej pracy imadła oraz jego właściwej wysokości.

Minimum, które powinien posiadać najmniejszy warsztat ślusarski na 1 — 2 pracowników jest to komplet złożony z trzech imadeł: jedno z wysuwaną szczęką przednią, jedno z wysuwaną tylną i jedno imadło obrotowe.

Przy zamawianiu imadeł podajemy życzoną szerokość szczęk (wymiar b na rys. 5). Wymiar ten przy małych imadłach dla amatorów, elektrotechników, radiowców itp. wynosi od 40 — 80 mm. Imadła ślusarskie mają szerokość szczęk od 80 — 180 mm.

6. Konserwacja imadeł

Nie wolno mocować w imadło ślusarskie przedmiotów nagranych na czerwony kolor, bo od wysokiej temperatury szczęki się wyżarzą i zmiękną. Podobnie należy uważać, gdy musimy przedmiot zamocować w imadle i nagrzać palnikiem. Część nagrzewana powinna być zawsze poza szczękami.

Jeśli stalowe szczęki obluzują się, trzeba je najpierw całkiem odkleić, usunąć opiłki i potem dopiero przykręcić ponownie.

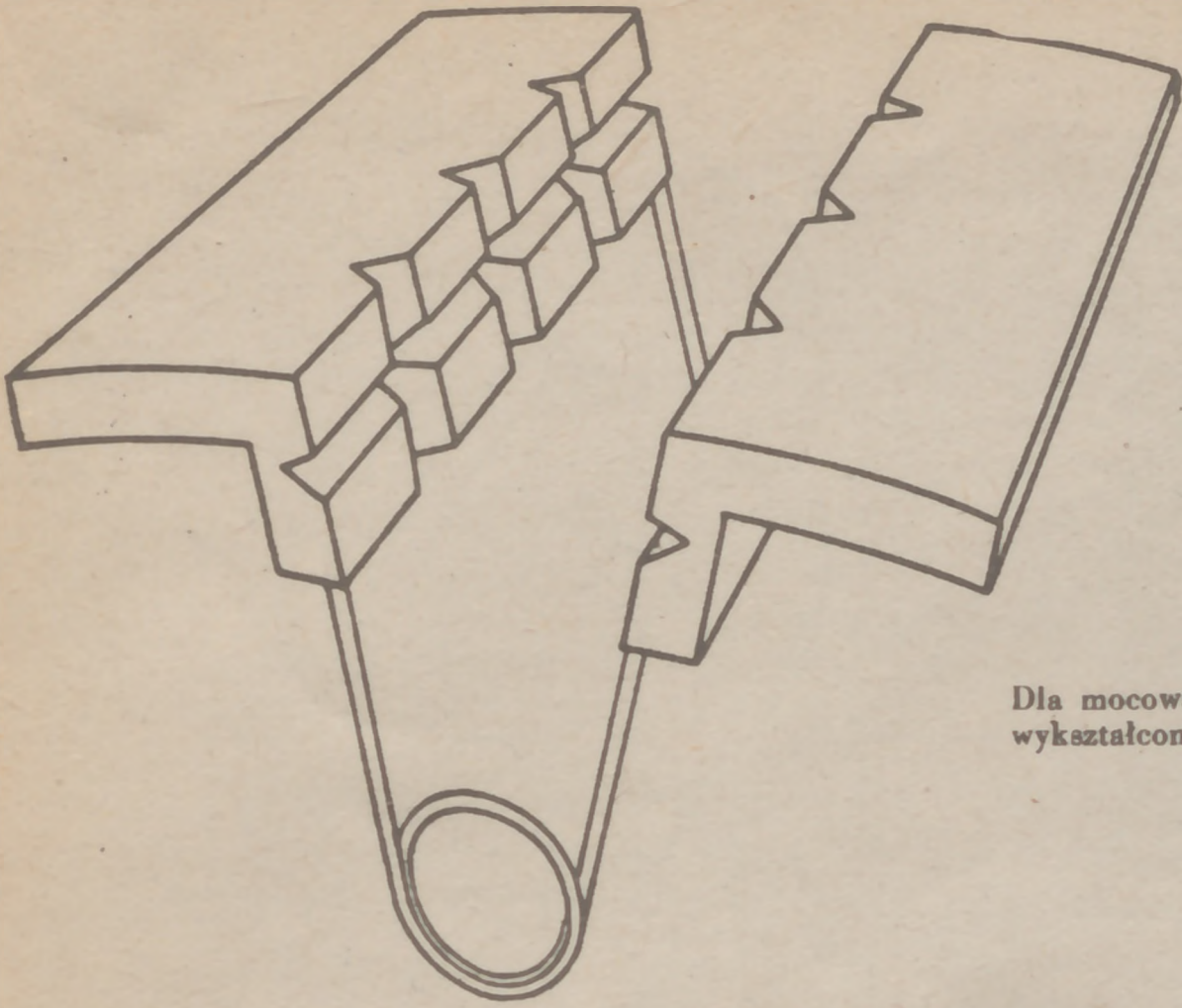
Imadła należy codziennie po pracy zmieść miotłą, a raz na tydzień wytrzeć prowadnice łątką, a inną, czystą łątką natrzeć oliwą.

Jeśli imadło jest stale w użyciu, trzeba co drugi tydzień smarować śrubę, a zwłaszcza jej półpierscień oporowy przy rączce. Często jest do smarowania tegoż specjalny otworek, a w braku otworka odkręcamy śrubokrętem śrubki i wyjmujemy półpierscień (rys. 16), poczem dajemy kilka kropli oliwy w rowek na śrubie.

Zasadą każdego oliwienia jest: mało lecz często — wówczas imadło służyć nam może wiele lat.

Jeżeli ktoś dokręca imadło przez zawieszenie całym ciężarem lub przez nakładanie rury czy klucza na rączkę, imadło w szybkim czasie zniszczy się.

Przy przeciętnym imadle, gdy dokręcamy rączkę bez żadnego wysiłku, szczęki ściskają przedmiot siłą $1000 \div 2000$ kg. Ta znaczna siła pozwala nam na wykonanie różnych prac przez ściskanie imadłem. (Patrz rozdz. II, K „Zginanie na zimno“ N „Łączenie na śruby i kołki“).



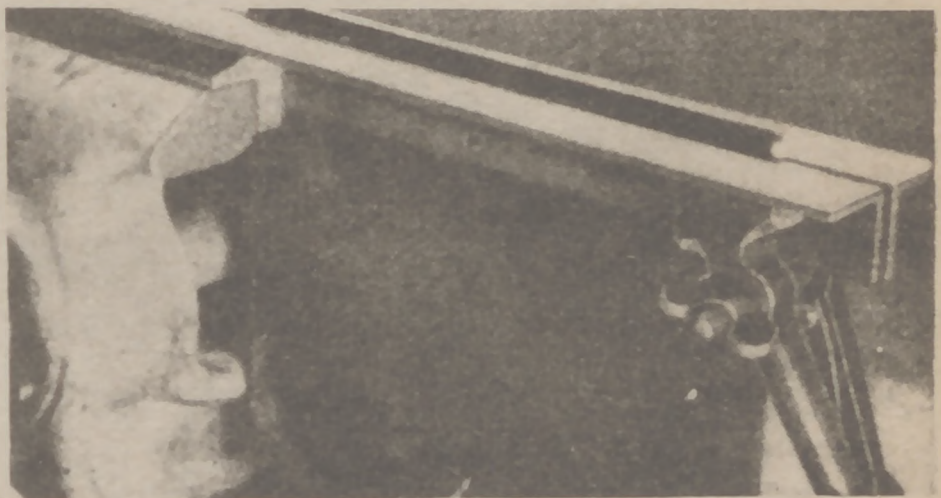
Rys. 10

Dla mocowania wałków używamy specjalnie wykształconych nakładek na szczęki imadła



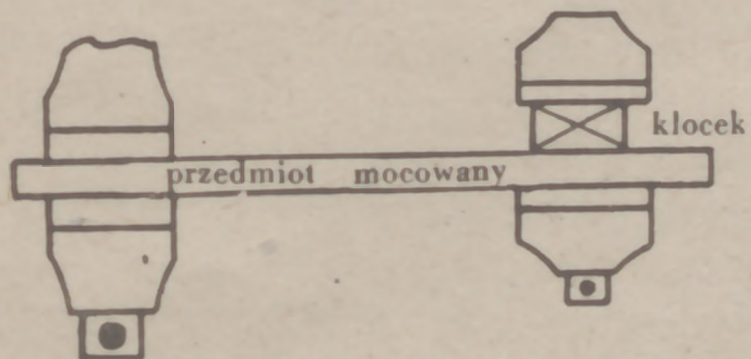
Rys. 11

Przedmioty skośne mocujemy w imadélku skośnym



Rys. 12

Duże arkusze blachy mocujemy za pomocą dwóch kątowników i imadélka ręcznego

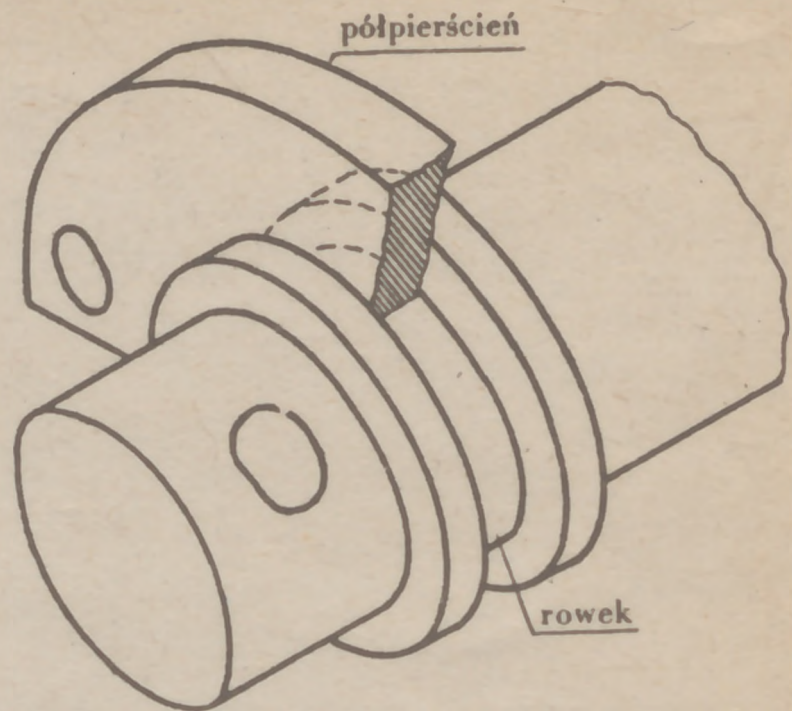


Rys. 13

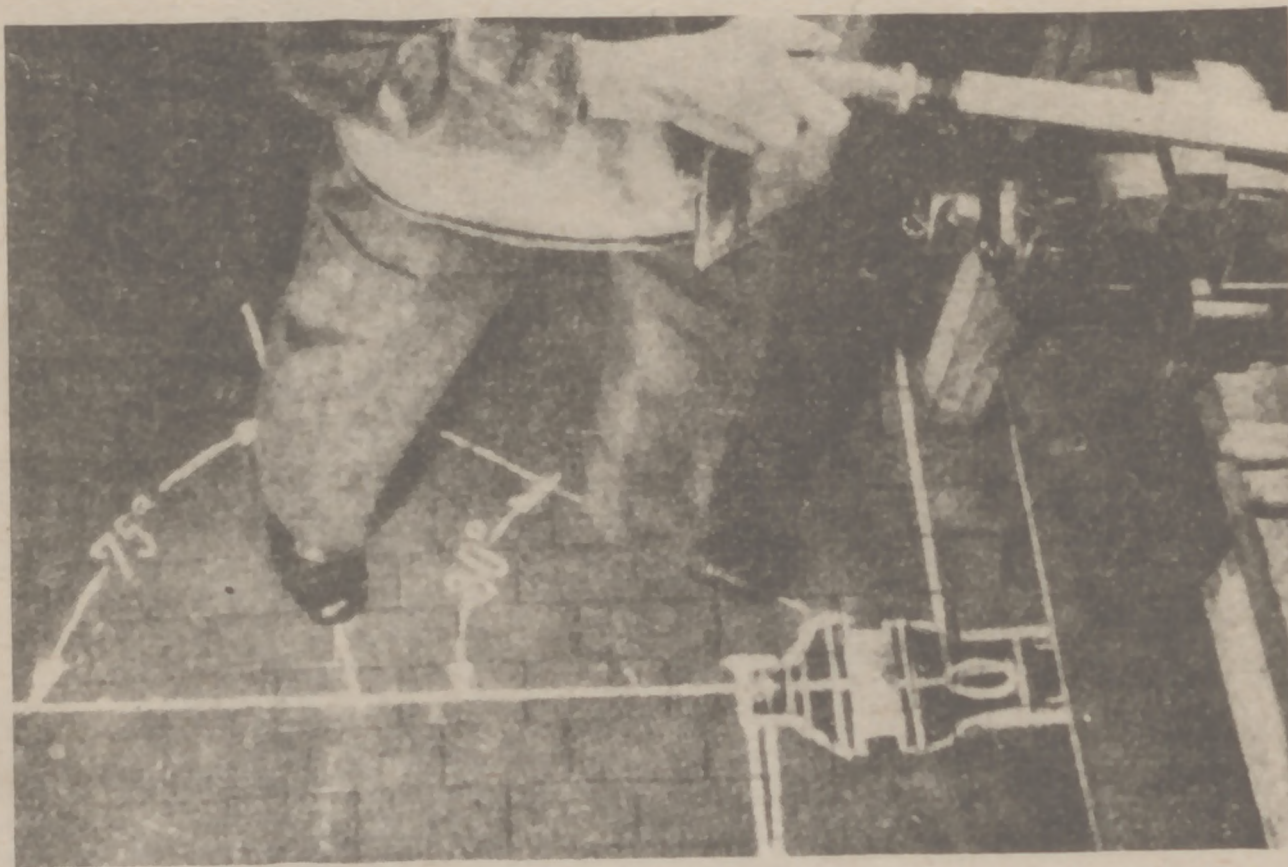
Duże przedmioty można mocować w dwóch sąsiednich imadélkach. Ewentualną lukę wypełniamy klocek



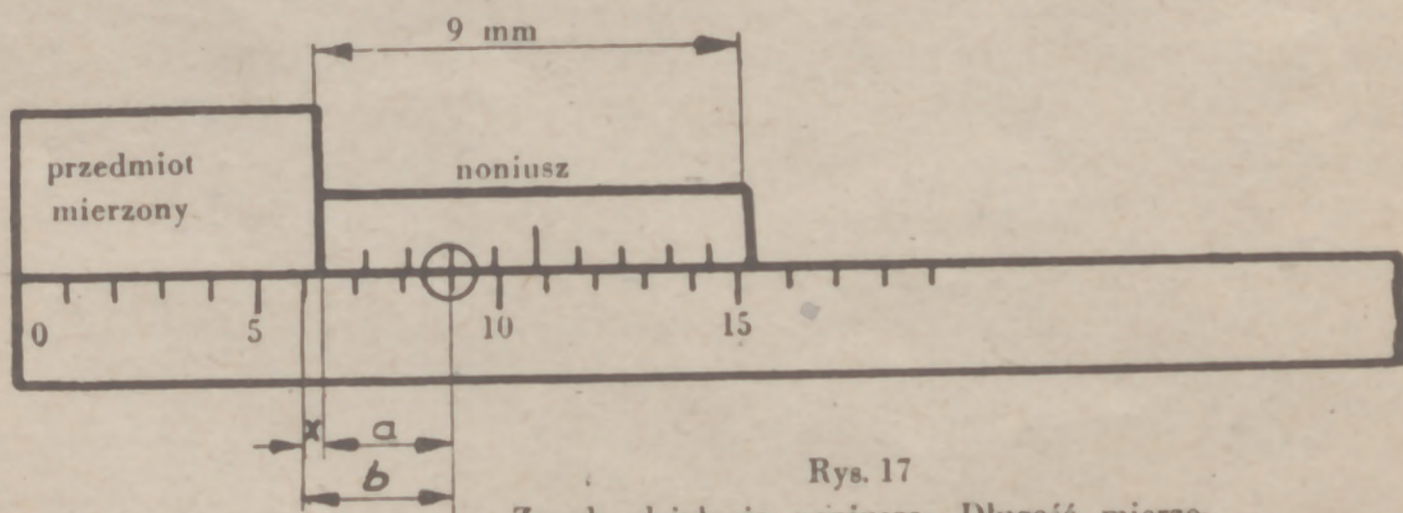
Rys. 14
Dobranie imadła według wzrostu pracownika



Rys. 16
Do naoliwienia śruby imadła wyjmujemy pół-
pierścień oporowy. Oliwimy gwint śruby
i rowek



Rys. 15
Zalecona postawa przy imadle



Rys. 17
Zasada działania noniusza. Długość mierzo-
nego przedmiotu wynosi 6,3 mm

ROZDZIAŁ II

GŁÓWNE CZYNNOŚCI ŚLUSARSKIE

A. Mierzenie

1. Dokładność pomiarów

Podstawą wszelkiej dokładności jest możność jej skontrolowania — przez mierzenie. Pomiary odczytujemy w milimetrach (mm) lub calach angielskich ($1'' = 25,4$ mm).

Dokładność mierzenia zależy od wielkości mierzonego przedmiotu a w związku z tym od przyrządu pomiarowego, który zastosujemy.

Wymiary leżące w granicach kilkunastu lub kilkudziesięciu metrów mierzymy taśmą (np. długość budynku, szerokość podwórza). Wystarczy tu zupełnie dokładność pomiaru do 10 cm.

Przy mierzeniu odległości kilkumetrowych, jak wymiary stołu, drzwi lub okna, posługujemy się składaną lub zwijaną miarą dwu- lub jednometrową, gdzie dokładność pomiaru wynosi kilka mm.

Aby zmierzyć przedmiot o długości kilkunastu cm używamy stałowej miarki trzydziestocentymetrowej, przyczem dokładność mierzenia osiągamy bez trudu do 1 mm; mając dobre oko oraz miarkę skalowaną co pół mm, możemy odczytywać wymiar z taką dokładnością.

Ponieważ jednak zupełnie przeciętna dokładność osiągnięta przy dzisiejszych metodach obróbki wynosi 0,1 mm a przy pracach precyzyjnych osiągamy jedną setną a nawet jedną tysięczną milimetra, zatem musimy umieć mierzyć z taką dokładnością.

Nie polegamy więc na naszym oku, które przy pomiarach poniżej jednego mm może nas łudzić, lecz stosujemy cały szereg przyrządów pomocniczych.

2. Noniusz i jego zastosowanie

Na rys. 17 widzimy zasadę działania noniusza dziesiętnego. Najpierw przystawiamy przedmiot mierzony do brzegu miarki głównej (dla wyrazistości na rys. znacznie powiększonej).

Jak widzimy z rysunku, długość przedmiotu mierzonego wynosi sześć pełnych milimetrów oraz mały odcinek x .

Do przedmiotu dosuwamy teraz miarkę dostawianą czyli noniusz. Noniusz jest długi na 9 mm a podzielony na dziesięć części, stąd każda podziałka noniusza wynosi $9/10$ mm.

Weźmy pod uwagę punkt oznaczony kółkiem na rysunku: tu podziałka noniusza trafia w kreskę miarki głównej. Licząc od tego punktu,

odległość do przedmiotu (wymiar a na rysunku) wynosi trzy podziałki noniusza, czyli $27/10$ mm, natomiast odległość do szóstej kreski milimetrowej na głównej podziałce wynosi pełnych 3 mm, czyli $30/10$ (wymiar b). Poszukiwany przez nas odcinek x wynosi jak widać z rysunku:

$$x = b - a \quad \text{zatem} \quad x = 30/10 - 27/10 = 3/10 \text{ mm}$$

Pełne milimetry odczytujemy wprost z miarki pod zerową kreską noniusza, a noniusz pozwala nam na odczytanie z dokładnością do $0,1$ mm. Długość mierzonego przedmiotu wynosi więc $6,3$ mm. Ponieważ różnica między podziałką miarki głównej a podziałką noniusza wynosi $0,1$ mm, więc przy trzech podziałkach daje to sumę $0,3$ mm. Dla odczytania wyniku wystarczy więc policzyć, która kreska noniusza zgadza się z dowolną kreską miarki głównej.

Spotykamy też noniusze, gdzie odcinek 29 mm podzielono na trzydzieści części lub 49 mm na pięćdziesiąt części. Dokładność pomiaru tych suwmiarek wynosi $1/30$ wzgl. $1/50$ mm.

a. **Suwmiarka.** Na zasadzie noniusza zbudowanych jest wiele przyrządów pomiarowych, między innymi większość suwmiarek (rys. 18).

Na suwmiarce widzimy u góry podziałkę calową z noniuszem calowym (objaśnienie patrz str. 9) a na dole podziałkę milimetrową z noniuszem dziesiętnym. Suwmiarka posiada dwie szczęki: stałą i przesuwą. Gdy szczęki dosuniemy do siebie, to obie podziałki, milimetrowa i calowa pokazują zero (rys. 19).

Podczas mierzenia wkładamy przedmiot między szczęki, dosuwamy je lekko do siebie naciskając kciukiem na zacisk, jak to pokazuje rys. 20 i odczytujemy wymiar.

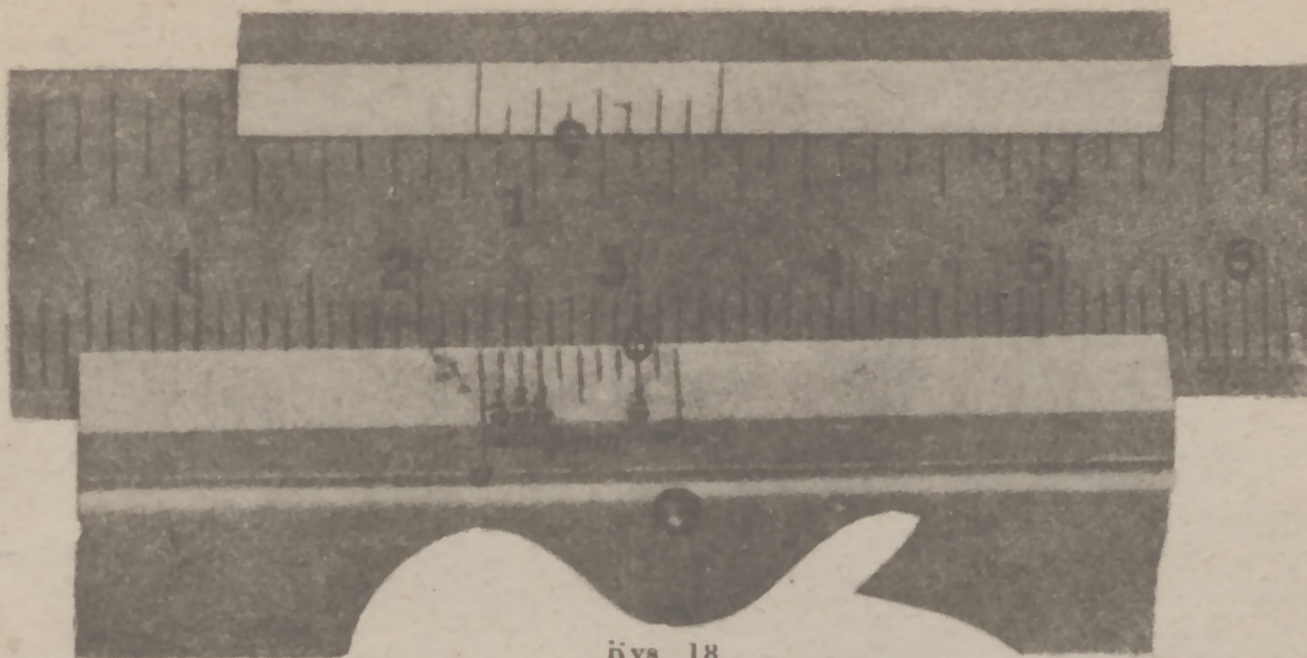
Jeżeli chcemy zmierzyć wymiar wewnętrzny, to należy wiedzieć, że szerokość szczęk domkniętych (wymiar s na rys. 19) wynosi dokładnie 10 mm. Rozsuwamy szczęki (rys. 21) i do odczytanego wymiaru dodajemy 10 mm. Wymiar wyniesie więc $2,4 + 10 = 12,4$ mm. Widzimy jednak, że tą suwmiarką nie można mierzyć otworów mniejszych od 10 mm.

Wymiary głębokościowe odczytujemy na tylnej stronie suwmiarki, jak to widzimy na rys. 22. Przez włożenie trzonu suwmiarki do otworu i dosunięcie szczęki przesuwnej możemy ustalić i odczytać wymiar głębokościowy, lecz tylko w pełnych milimetrach (bez noniusza).

Dobłą, precyzyjną suwmiarką możemy również sprawdzać równoległość dwóch płaszczyzn. Chwytny przedmiot, jak to pokazano na rys. 20 i patrzymy pod światło, czy nie widać szpary.

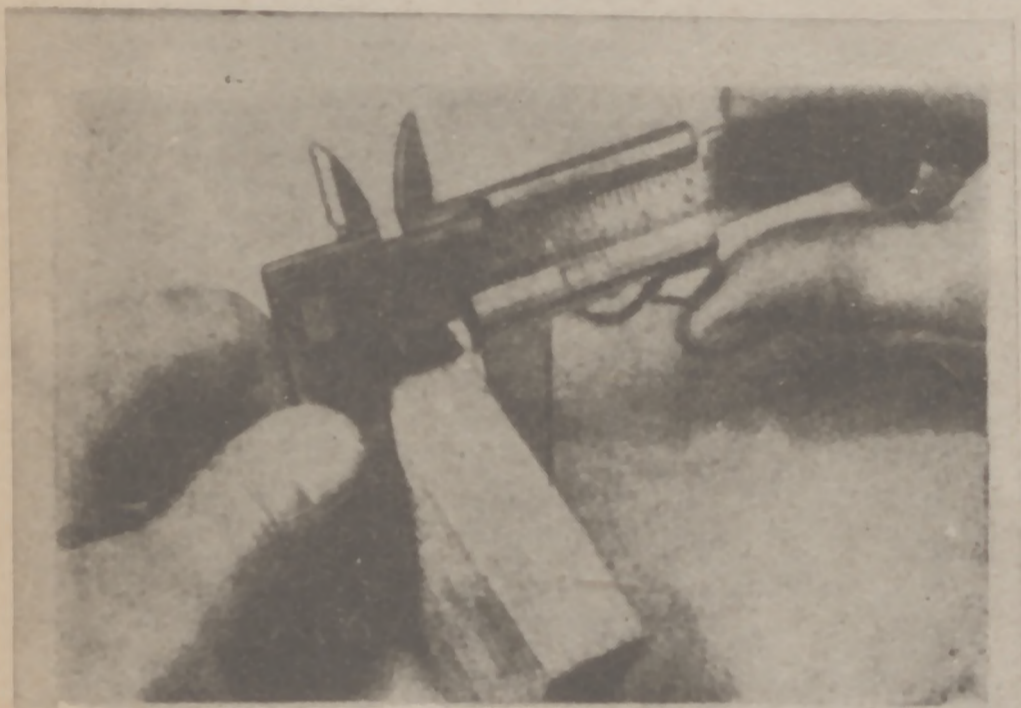
Jeśli szczęki suwmiarki całą swą długością trzymają przedmiot, to wtedy siedzi on ciasno, czyli płaszczyzny są równoległe. Jeżeli w którymś miejscu chwycimy za nieznaćny pagórek, przedmiot się kiwa.

Często na precyzyjnej suwmiarce widzimy napis: 15° lub 20° . Oznacza to, że fabryka gwarantuje za dokładny pomiar przy tej temperaturze wyrażonej w stopniach Celsjusza.



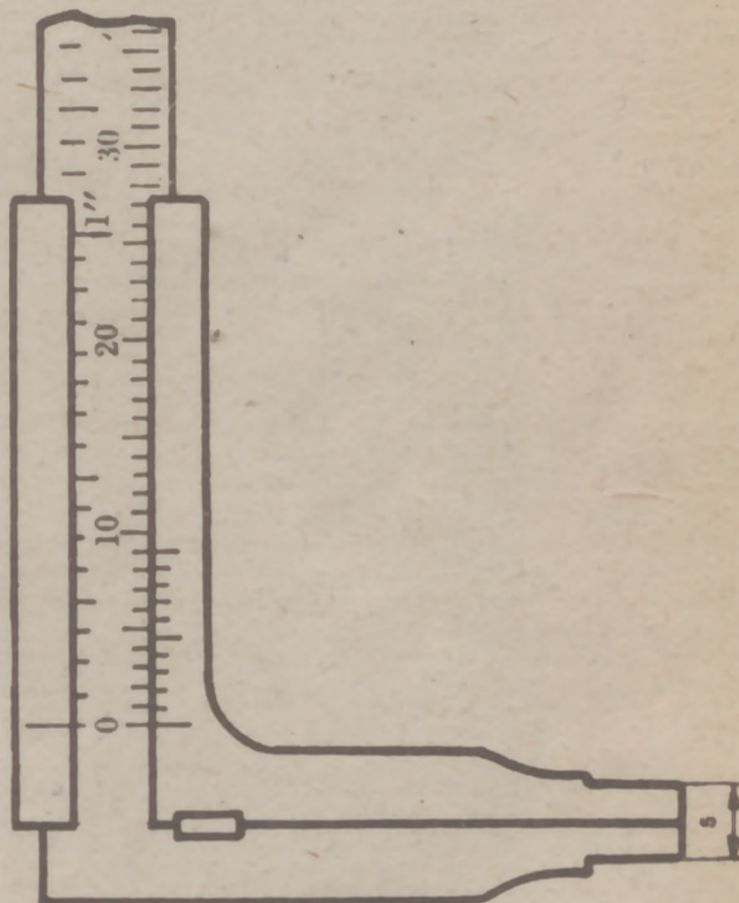
Rys. 18

Suwmiarka. Podziałka milimetrowa pokazuje 22,8 mm. Podziałka calowa daje ten sam wymiar przeliczony na cale: $115/128''$



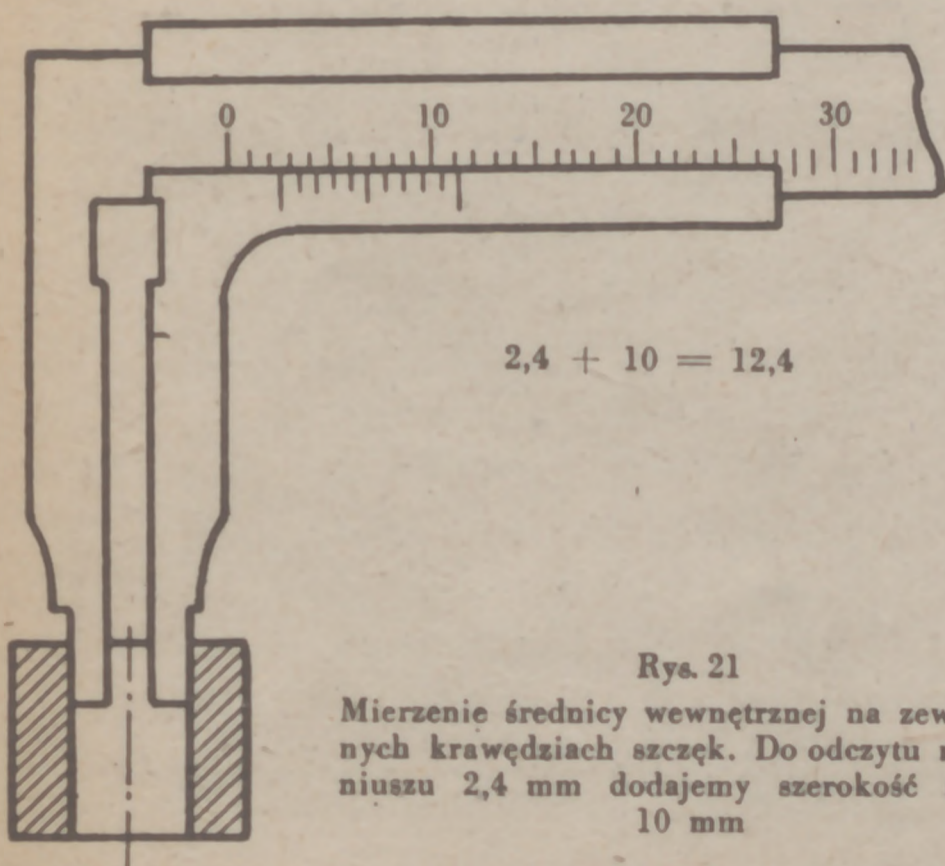
Rys. 20

Szczęki suwmiarki dosuwamy, naciskając kciukiem zacisk



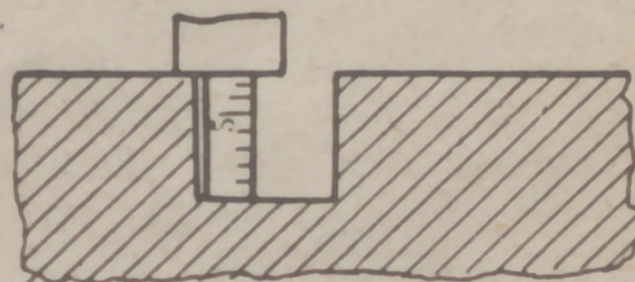
Rys. 19

Gdy szczęki suwmiarki domkniemy, obie podziałki, calowa i milimetrowa, pokazują zero. Szerokość końcówek wynosi dokładnie 10 mm



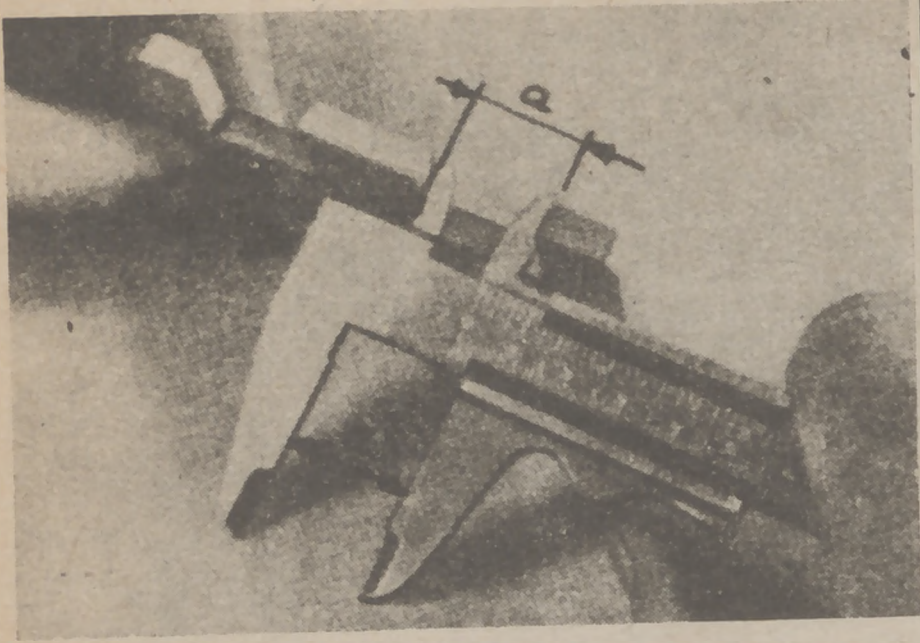
Rys. 21

Mierzenie średnicy wewnętrznej na zewnętrznych krawędziach szczęk. Do odczytu na noniuszu 2,4 mm dodajemy szerokość szczęk 10 mm



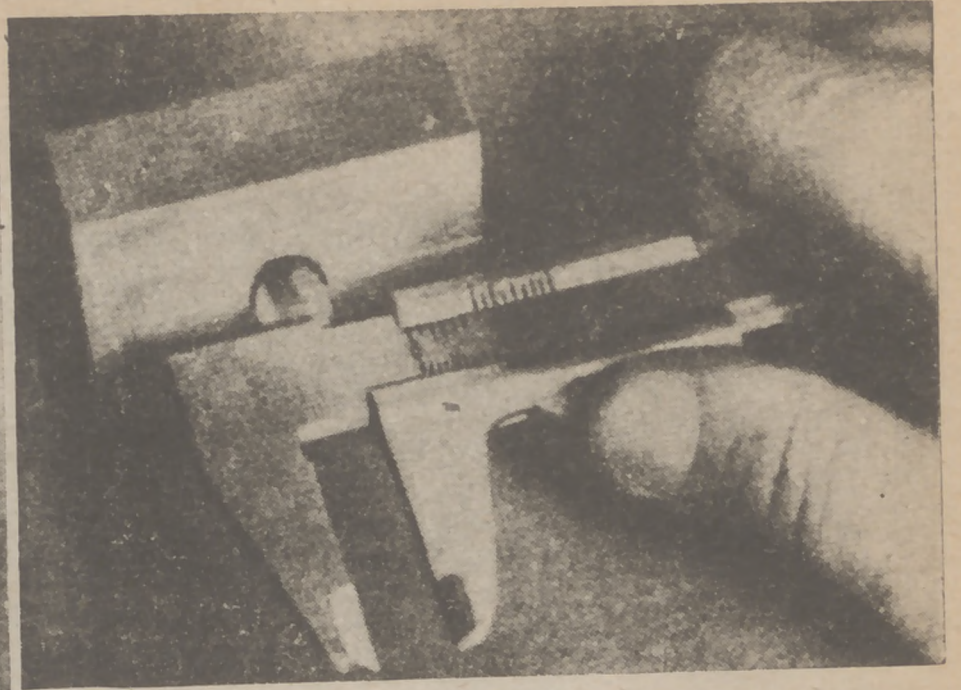
Rys. 22

Głębokość mierzymy trzonem suwmiarki: na tylnej stronie trzonu jest podziałka milimetrowa, zaczynająca się od zera na krawędzi suwmiarki. Odczyt tylko w pełnych mm; na rysunku widać wymiar 7 mm



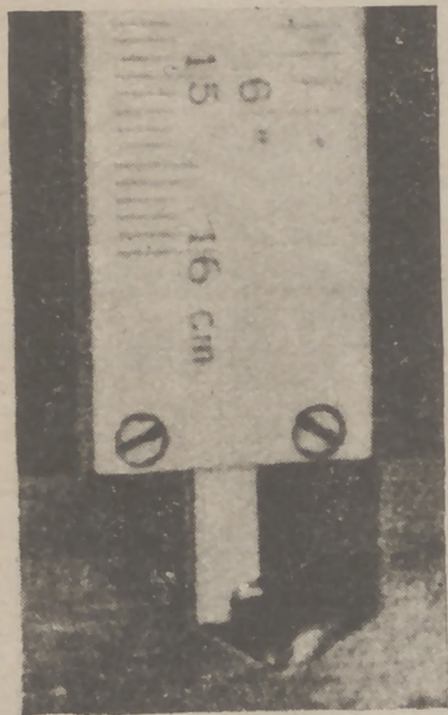
Rys. 23a

Suwmiarką uniwersalną mierzymy wewnątrz szpiczastymi szczękami



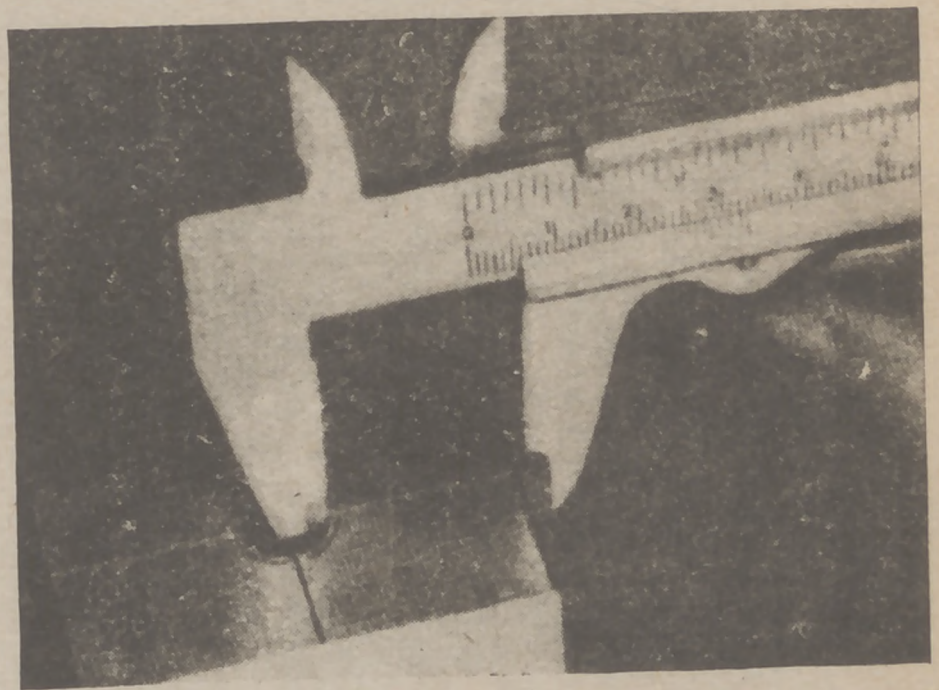
Rys. 23b

Szpiczaste szczęki są zastrzone, więc można mierzyć średnice otworów od 3 mm wzwyż



Rys. 24

Suwmiarka uniwersalna ma dokładny głębokościomierz. Zanurzamy go do oporu i odczytujemy na noniuszu głębokość otworu z dokładnością do 0,1 mm

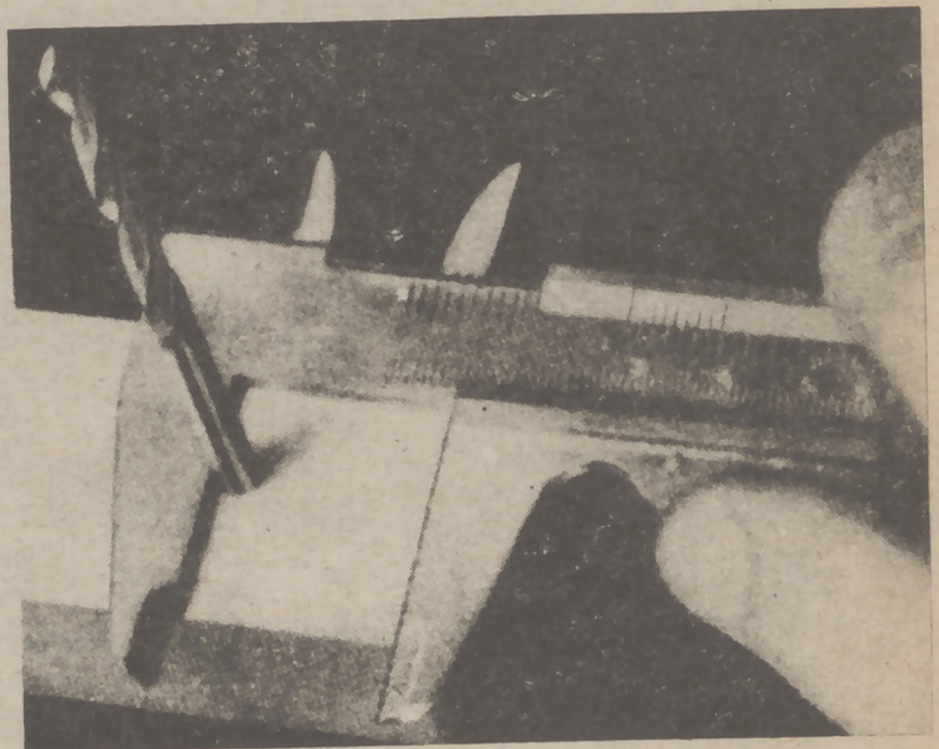


Rys. 25

Zaostrzonymi szczękami można mierzyć odległość od krawędzi otworu do brzegu przedmiotu. Gdy do odczytanego wymiaru dodamy pół średnicy otworu, to znamy odległość osi otworu od brzegu przedmiotu

Rys. 26

Przy mierzeniu odległości od brzegu przedmiotu do osi małego otworu, pomagamy sobie wiertłem. Pół grubości wiertła odejmujemy od odczytanego wymiaru dla wyliczenia odległości osi od brzegu



Ponieważ metale od ciepła wydłużają się, a w zimnie kurczą się, więc koniecznym jest ustalenie temperatury badań. We wielu państwach przyjęto jako obowiązującą temperaturę 20°C .

Różnica w długości przedmiotu kilkucentymetrowego, między pomiarem na mrozie -20°C a pomiarem w temperaturze $+30^{\circ}\text{C}$ wyniesie dla stali kilka setnych mm.

b. **Suwmiarka uniwersalna.** Suwmiarka ta posiada do wymiarów wewnętrznych specjalne szczęki, które zachodzą za siebie, a gdy ich czubki się zejdą, podziałka pokazuje zero. Tymi szczękami można mierzyć otwory od 3 mm wzwyż.

Wymiar możemy odczytać wprost z podziałki (rys. 23 a i 23 b) bez żadnych przeliczeń.

Suwmiarka uniwersalna posiada dalej specjalny głębokościomierz. Jest to igła, która przy zamkniętej suwmiarce (gdy podziałka pokazuje zero), znajduje się równo z brzegiem, a następnie wysuwa się wraz ze szczęką przesuwającą. Dla zmierzenia głębokości wkładamy igłę do oporu (rys. 24) i odczytujemy wymiar na noniuszu.

Uwaga: Jako głębokość otworu wierconego uważamy długość części walcowej, tak jak to wynika z rys. 24, bez uwzględniania stożka powstałego od czubka wiertła.

Suwmiarka uniwersalna posiada na końcach szczęk zaostrenia, które pozwalają na mierzenie odległości krawędzi otworu okrągłego od brzegu przedmiotu (rys. 25).

Gdy otwór jest za mały, aby móc włożyć w niego szczękę suwmiarki, pomagamy sobie wiertłem (rys. 26).

Suwmiarka uniwersalna posiada często na odwrotnej stronie pożyteczne tabele: np. można odczytać ile waży metr bieżący wałka czy pręta o wymiarze, na który właśnie rozsunięto szczęki suwmiarki (lub też spotykamy tabele gwintów, suwak itp.).

c. **Suwmiarki z podziałką calową.** Wiele suwmiarek posiada oprócz podziałki milimetrowej również i calową. Cal angielski wynosi z pewnym przybliżeniem 25,4 mm, a dzieli się na mniejsze części systemem połówkowym, tj. na połówki cala, a te znów dzielimy na ćwiartki, ćwiartki na ósemki itd.

Na suwmiarce podzielony jest cal na szesnaście części, czyli najmniejsza działka wynosi $1/16''$.

Rysunek 27 pokazuje nam (powiększoną dla wyrazistości) podziałkę calową.

Na suwmiarce znajduje się często noniusz calowy (rys. 18). Na szczęce ruchomej mamy odcinek $7/16''$ podzielony na osiem części; każda działka noniusza ma wówczas ósmą część ze $7/16''$ czyli

$$\frac{7''}{16 \cdot 8} = \frac{7''}{128}$$

Ponieważ najmniejsza działka miarki głównej wynosi $1/16''$ czyli $8/128''$, zatem różnica między miarką główną a noniusem wypada na każdą działkę: $8/128'' - 7/128'' = 1/128''$.

Jak to widać na rys. 18, zgadza się trzecia kreska noniusza z kreską miarki głównej (miejsce oznaczone kółkiem), co daje nam w myśl rozważań nad noniusem dziesiętnym $3/128''$. Gdy to dodamy do pełnych działek odczytanych do zerowej kreski noniusza, który pokazuje $7/8''$, to otrzymamy wynik:

$$7/8'' + 3/128'' = 112/128'' + 3/128'' = 115/128'' (= 22,8 \text{ mm})$$

d. Suwmiarka głębokościowa (głębokościomierz uniwersalny) Suwmiarka ta jest specjalnie skonstruowana do mierzenia głębokości. Można nią mierzyć na dwie strony: zwyczajną głębokość, jak to widać na rys. 28 lub po obróceniu grubość występu (rys. 29).

e. Konserwacja suwmiarek. Dobre, precyzyjne suwmiarki wykonuje się z twardej, hartowanej stali, szlifuje się je i poleruje a często powleka się warstwą ochronną od rdzy przez chromowanie lub kadmowanie. Przez złe obchodzenie się ze suwmiarką powstają następujące błędy:

Jeżeli powierzchnie stykowe szczęk skrobano, czyszczono płótnem szmerglowym, mierzono grubość toczzonego wałka w tokarce lub wiertła we wiertarce bez zatrzymania maszyny itp., wtedy po dosunięciu szczęk do siebie widzimy pod światło szczeliny (rys. 30).

Suwmiarka w tych miejscach wytartych mierzy fałszywie. Należy zaznaczyć odcinki dobre, niewytarte zieloną farbą, a miejsca wytarte czerwoną; w ten sposób będzie można mierzyć częściami jeszcze niewytartymi.

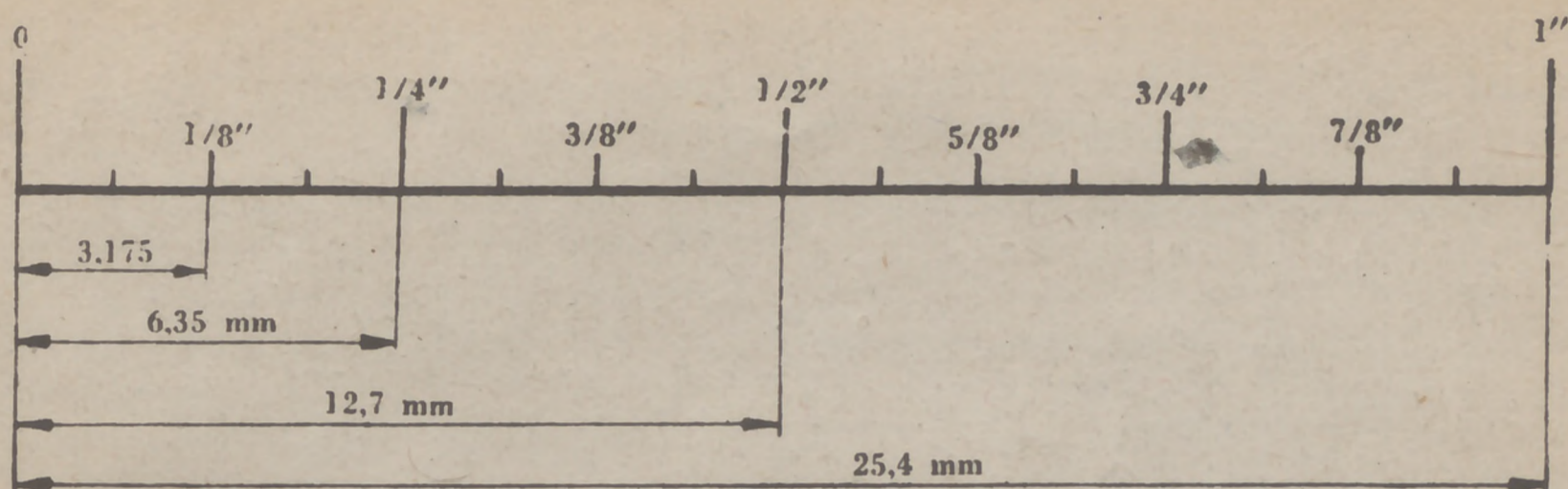
Jeżeli szczęki suwmiarki się schodzą i nie ma pod światło szpar, ale podziałka pokazuje zamiast zera np. minus 0,1 (rys. 31), to należy przy każdym pomiarze dodawać do odczytanego wyniku $+0,1$ mm. Na takiej suwmiarce dajemy odpowiedni napis farbą: $+0,1$ mm.

Jeżeli stwierdzimy, patrząc pod światło, że płaszczyzny stykowe suwmiarki nie są równoległe, jak to pokazuje rys. 32, jest to wynikiem złego obchodzenia się, jak np. rysowania linii szczękami suwmiarki, przykręcania nakrętek, zginania blach itp.

Błąd ten można przy pewnej wprawie częściowo usunąć przez dotknięcie ręką (rys. 33), ale wtedy suwmiarka już nie jest precyzyjna i nie można na niej polegać.

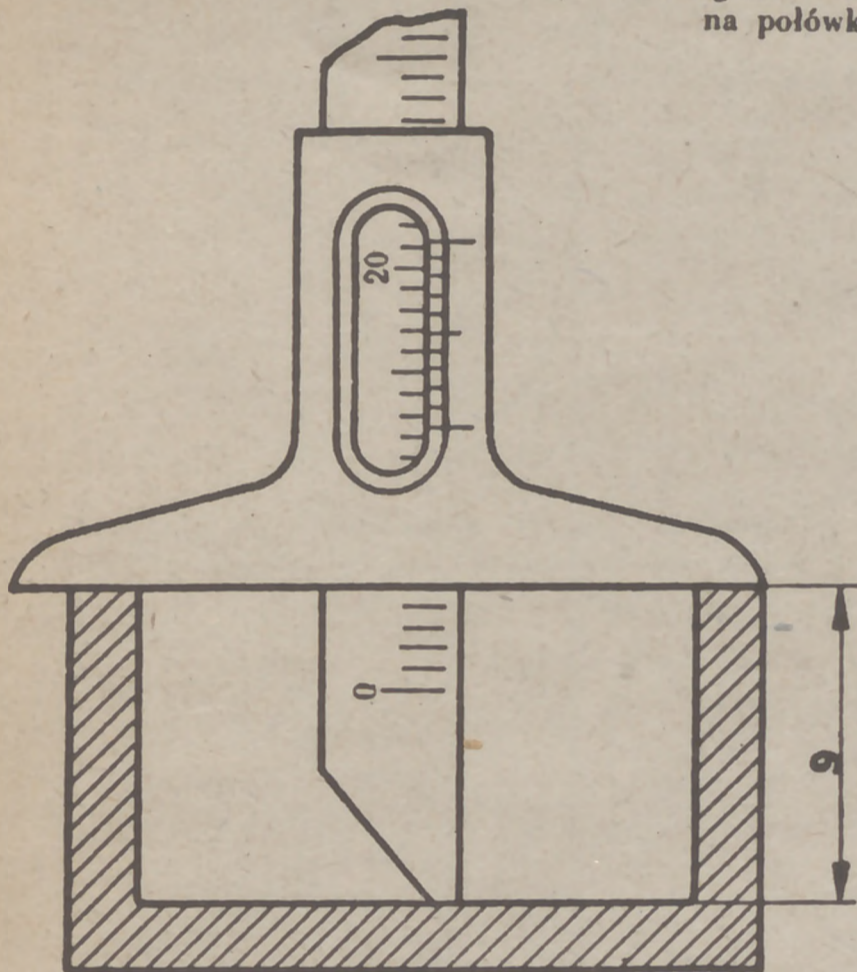
Nieraz można nabyć precyzyjne suwmiarki, fabrycznie nowe, za niską cenę. Są to suwmiarki, które przy kontroli we fabryce okazały się za miękkie (t. zn. nie zahartowały się). Suwmiarka taka może dobrze służyć, lecz trzeba się z nią obchodzić nadzwyczaj delikatnie,

Gdy suwmiarka nie ma powłoki ochronnej, ulega rdzewieniu. Rdzę można usuwać ze suwmiarki delikatnym płótnem szmerglowym — za wyjątkiem płaszczyzn stykowych. Ponieważ rdzewienie następuje tylko w miejscach, które dotykamy ręką, zatem nie wolno nigdy dotykać palcami płaszczyzn stykowych szczęk.



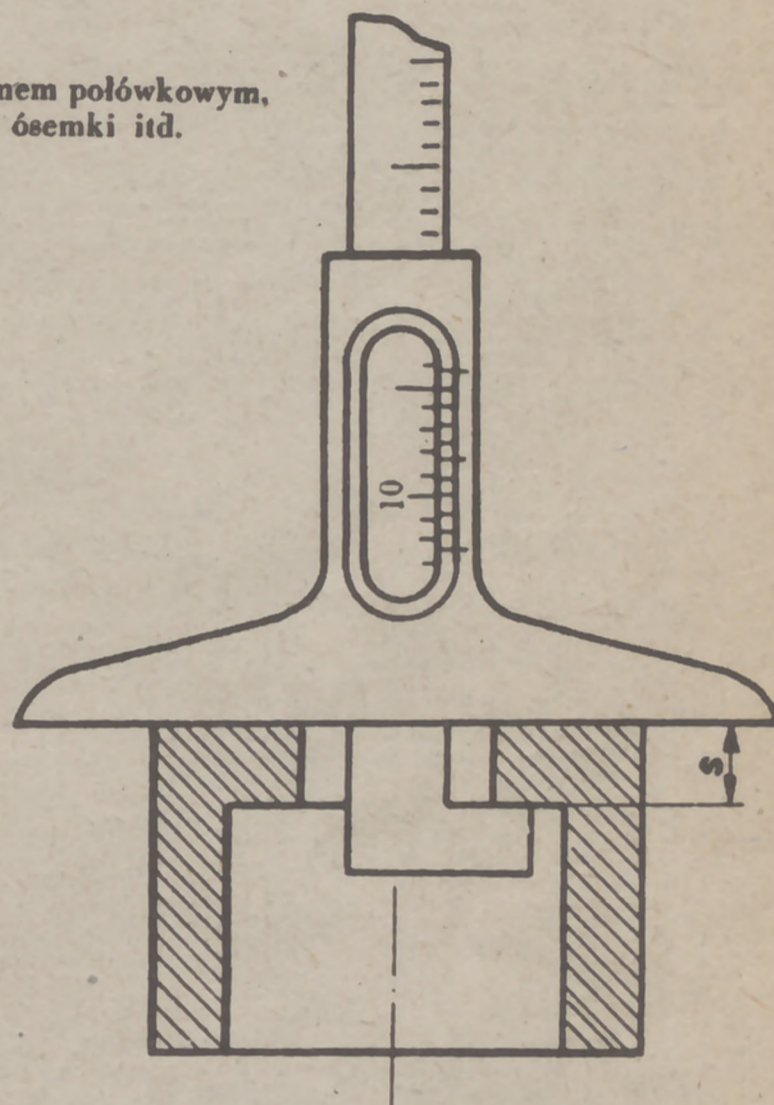
Rys. 27

Cal angielski dzielony systemem połówkowym, na połówki, ćwiartki, ósemki itd.



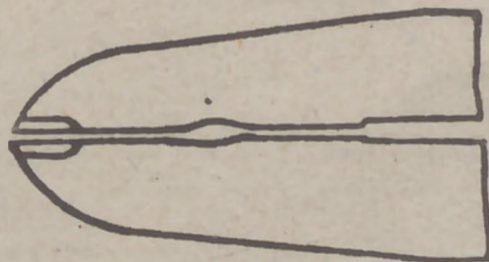
Rys. 28

Suwmiarka głębokościowa mierzy głębokość $g = 12,4 \text{ mm}$



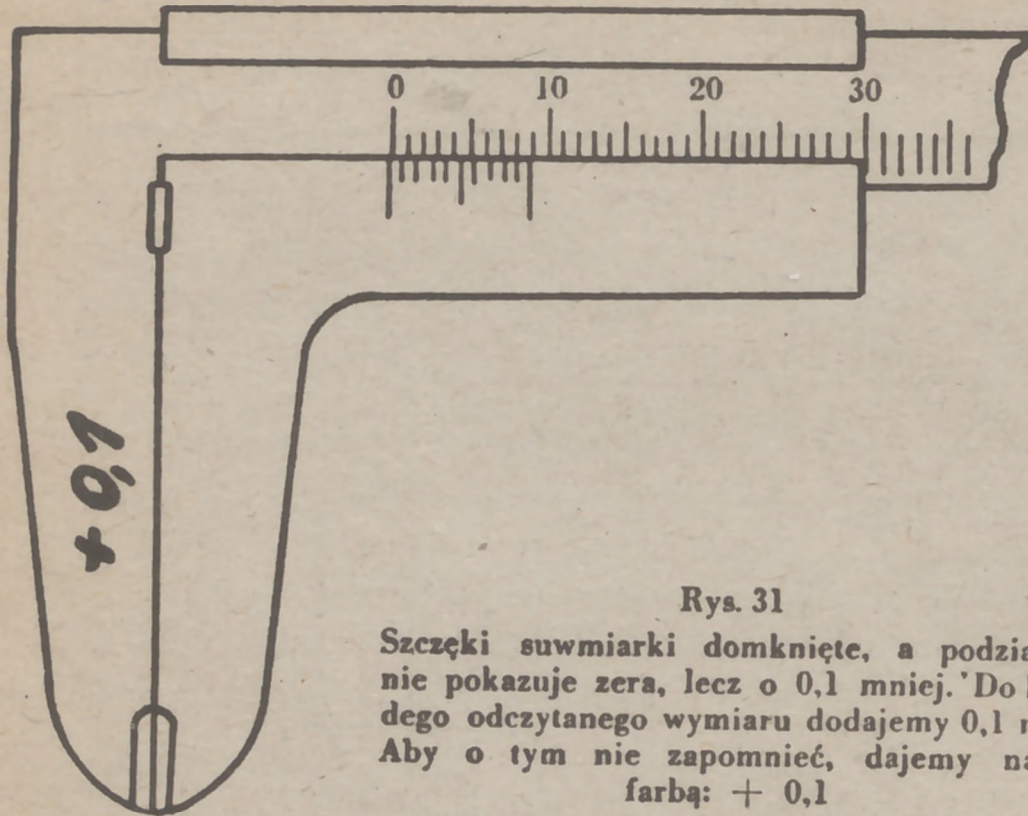
Rys. 29

Suwmiarke głębokościową obracamy haczykiem w dół i mierzymy szerokość występu $s = 7,4 \text{ mm}$



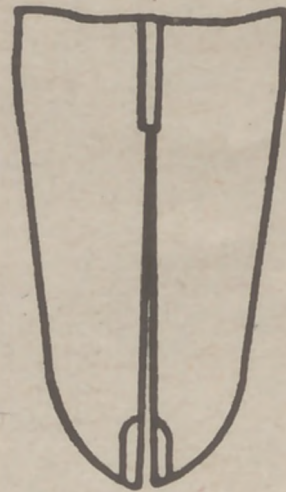
Rys. 30

Szczęki suwmiarki zniszczone przez złe obchodzenie się: pod światło widać szczeliny. Miejsca wytarte znaczymy czerwoną farbą, aby mierzyć na innych, jeszcze dobrych odcinkach



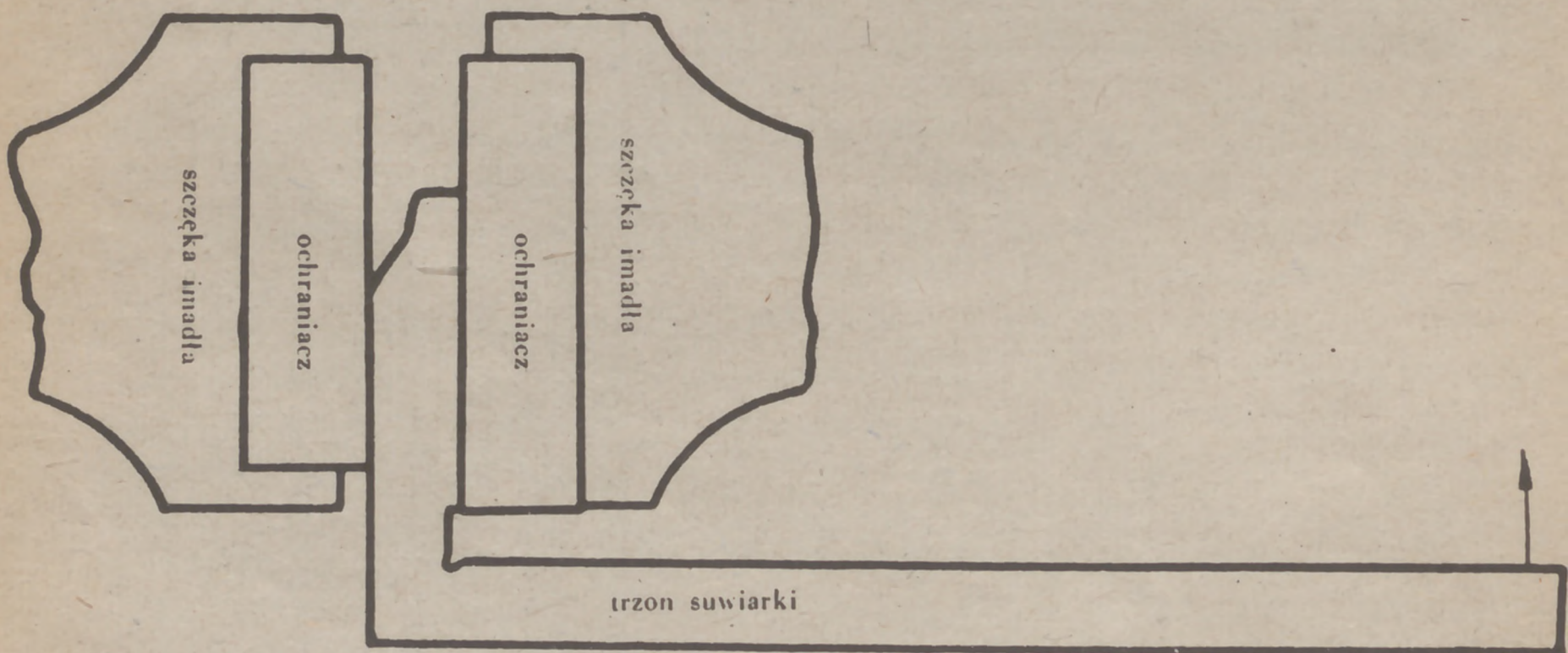
Rys. 31

Szczęki suwmiarki domknięte, a podziałka nie pokazuje zera, lecz o 0,1 mniej. Do każdego odczytanego wymiaru dodajemy 0,1 mm. Aby o tym nie zapomnieć, dajemy napis farbą: + 0,1



Rys. 32

Suwmiarka rozgięta skutkiem złego obchodzenia się. Pod światło widać szparę na końcach szczęk



Rys. 33

Rozgiętą suwmiarkę doginamy ręką i sprawdzamy pod światło czy niema szpary między szczękami

Suwmiarę po oczyszczeniu powlekamy cienko lecz równomiernie oliwą. Suwmiarki precyzyjne przechowuje się w pudełkach lub pochwachach i nie daje się je do ręki niefachowcowi. W czasie pracy trzyma się suwmiarę w specjalnej kieszeni spodni roboczych lub na stole, zdala od innych narzędzi (rys. 126).

3. Szczelinomierz

Przyrząd ten służy nam do mierzenia z dokładnością do 0,1 mm wąskich szpar, których nie jest w stanie zmierzyć suwmiarka, nawet uniwersalna.

Szczelinomierz składa się z kompletu kalibrowanych, dokładnych blaszek stalowych (rys. 34), z napisami oznaczającymi grubość blaszki. Najczęściej spotykany komplet to zestaw od 0,1 do 1 mm z kolejnymi grubościami co jedna dziesiąta. Czasem znajdują się jeszcze blaszki o grubości 0,25, 0,75 i 0,05 mm.

W mierzoną szczelinę wsuwamy kolejno blaszki i jeśli np. stwierdzimy, że 0,6 wchodzi lekko, 0,7 wchodzi ciasno, a 0,8 nie wchodzi wcale, to znaczy że szpara wynosi 0,7 mm.

Blaszki możemy składać po dwie lub trzy razem. Jeśli złożymy np. 1 mm + 0,8 mm + 0,6 mm to grubość wszystkich razem da nam wymiar 2,4 mm. Blaszki muszą być jednak dokładne i czyste.

Szczelinomierz jest nieodzowny dla mechanika samochodowego, dla ustalenia luzu w zaworach itp.

Przy otwieraniu szczelinomierza chwytamy delikatnie za krawędzie blaszek, aby palcami nie niszczyć płaszczyzn. Zardzewiałych blaszek nie można czyścić szmerglem, bo tracą wymiar. Szczelinomierz oliwimy i przechowujemy w futerale.

4. Macki

Stanowią one przyrząd pomiarowy pomocniczy do mierzenia pomiarów niedostępnych. Jeżeli chcemy np. zmierzyć średnicę wewnętrzną długiej tulei i to na pewnej głębokości, gdzie nie można dojść suwmiarką, lub gdy chcemy sprawdzić czy tuleja jest okrągła a nie zowalizowana, wkładamy do tulei macki (rys. 35) i ustalamy je śrubką, a następnie okręcamy oraz przesuwamy macki w tulei. Jeżeli macki w jednym miejscu się zatną a gdzieindziej chodzą luzem, to tuleja nie jest okrągła. Wymiar możemy odczytać po wyjęciu przez zmierzenie suwmiarką rozstawu macek.

Mackami uniwersalnymi można mierzyć wymiary niedostępne, jak to widać na rys. 36. Celem zmierzenia średnicy a wkładamy macki do otworu, a ponieważ długości ramion macek są równe, wymiar a zmierzemy miarką na swobodnych i dostępnych końcach macek.

5. Linia

Linia różni się od miarki tym, że jest wykonana z pręta stalowego i nie posiada żadnej podziałki, natomiast dolna i górna krawędź

są dokładnie proste i równoległe. Linia jest masywna, aby nie mogła się ugiąć (patrz rys. 37).

Równość powierzchni sprawdzamy linią (rys. 38) przez przyłożenie i oglądanie pod światło. Linią pomagamy sobie np. przy mierzeniu wysokości progu (rys. 39). Przykładamy linię, a powstałą szparę x mierzymy szczelinomierzem.

Linią możemy sprawdzać równoległość dwóch płaszczyzn, jak to widać na rys. 40. Przedmiot spoczywa jedną płaszczyzną na gładkiej płycie, zaś na drugą płaszczyznę kładziemy linię, poczem mierzymy odległość jednego i drugiego końca linii od płyty. Jeżeli wykryjemy różnicę wysokości np. igłą traserską (patrz opis igły str. 20) i szczelinomierzem to płaszczyzny badane nie są równoległe.

Linii używamy również do prowadzenia po niej rysika przy trasowaniu (patrz: „Trasowanie“, str. 19).

Z linią należy się obchodzić delikatnie, a gdy się wytrze lub wyszczerbi, trzeba ją przeszlifować na dokładnej szlifierce.

6. Kątowniki

Dla zmierzenia prostopadłości dwóch płaszczyzn lub krawędzi służy nam kątownik, wykonany bez podstawki (rys. 41) lub z podstawką (rys. 42). Przy kątownikach rozróżniamy trojaka dokładność:

a) Kątownik budowlany, najmniej dokładny, o ramionach kilkadziesiąt cm długich, wykonany z drzewa lub wytłoczony z blachy, używany przez stolarzy, murarzy i ślusarzy budowlanych;

b) Kątownik ślusarski dokładny, o ramionach kilku lub kilkunastocentymetrowych, wykonany ze stali, szlifowany lub doskrobywany, używany przez ślusarzy i mechaników.

c) Kątownik wzorcowy precyzyjny, wykonany z twardej stali, szlifowany i docierany, służy jako wzorzec do sprawdzenia kątowników dokładnych. Przechowujemy go w specjalnym pudełku.

Różnica w wykonaniu wpływa ogromnie na cenę kątownika.

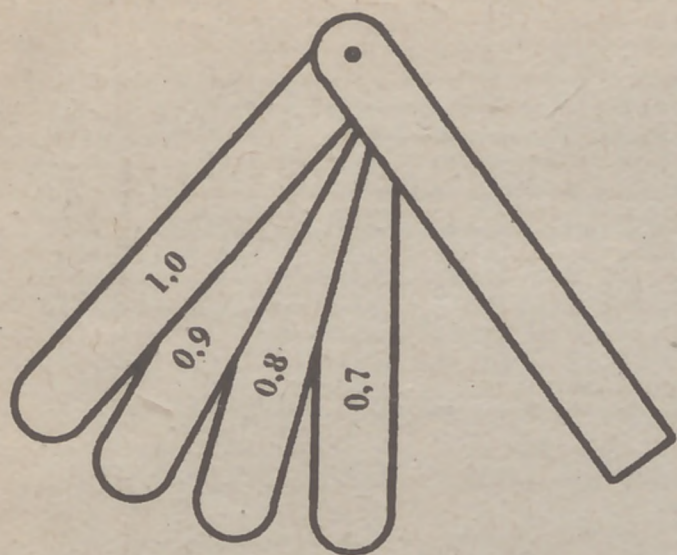
d) Posługiwanie się kątownikiem. Kątownikiem mierzymy przez przyłożenie jednej jego krawędzi do płaszczyzny już sprawdzonej jak na rys. 43, a następnie dosunięcie do oporu. Patrzymy teraz pod światło i szukamy szpary świetlnej (rys. 44).

Podług kątownika z podeszwą możemy zarysować linie prostopadłe do krawędzi przedmiotu, jak to widać na rys. 45.

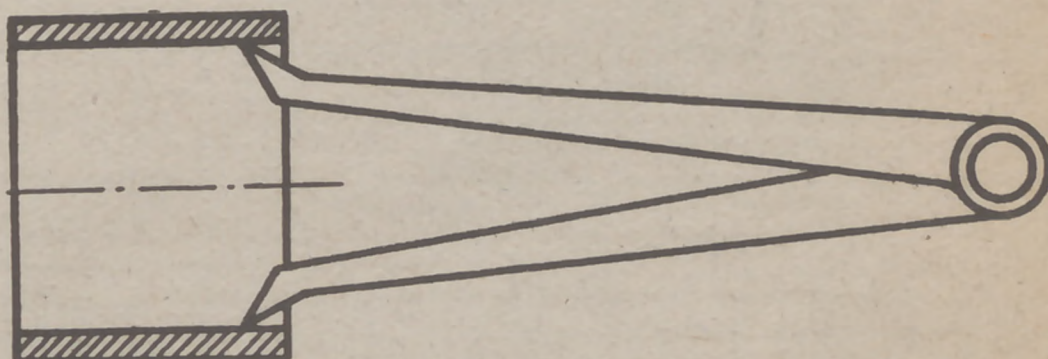
Oprócz kątowników na 90° używa się też kątowników 120° do piłowania dokładnego sześciokąta.

Do wyznaczania środka wałka służy nam specjalny kątownik z nakładką (rys. 46).

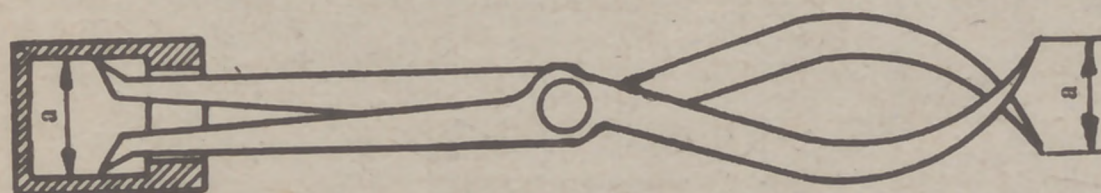
Każdy kątownik posiada w narożniku między ramionami małe wcięcie, które pozwala mierzyć, nawet gdy sprawdzane płaszczyzny mają na krawędzi mały zadziór.



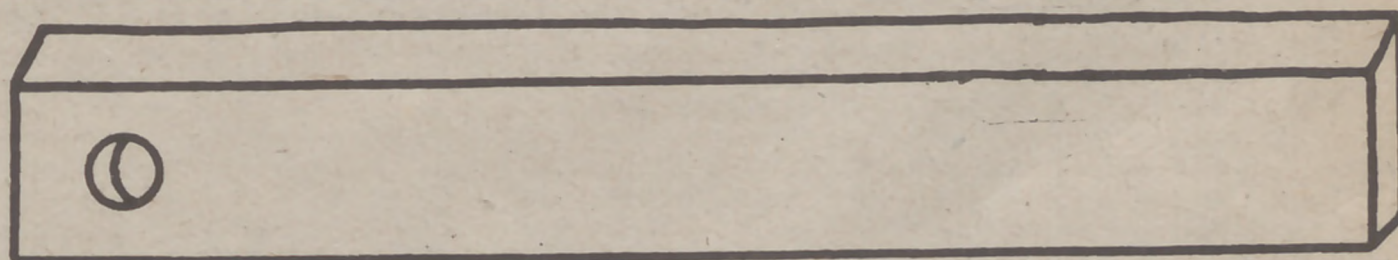
Rys. 34
Szczelinomierz. Napisy oznaczają grubość blaszki



Rys. 35
Macki mierzą średnicę otworu na różnej głębokości, gdzie nie możemy dojść suwmiarką



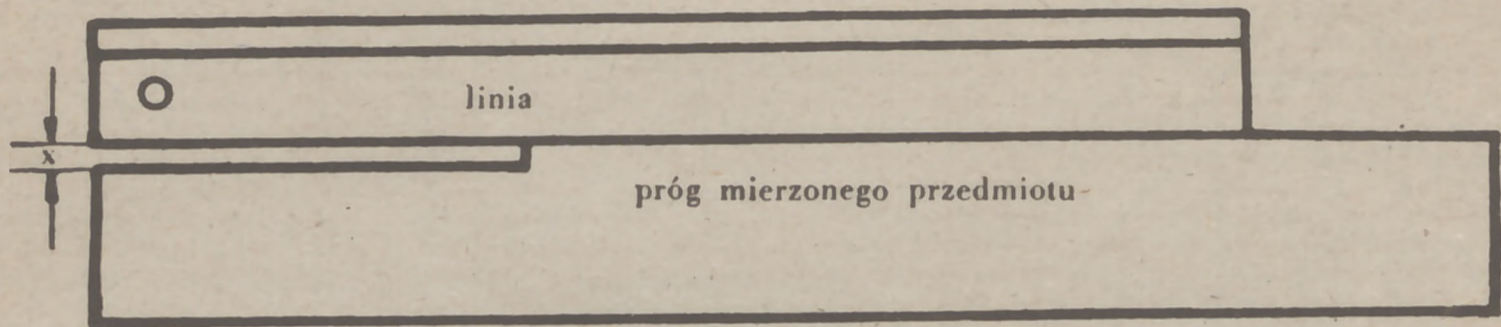
Rys. 36
Macki uniwersalne mierzą wymiar niedostępny a ; możemy ten wymiar zmierzyć na drugim końcu macek nie wyjmując ich z otworu



Rys. 37
Linia

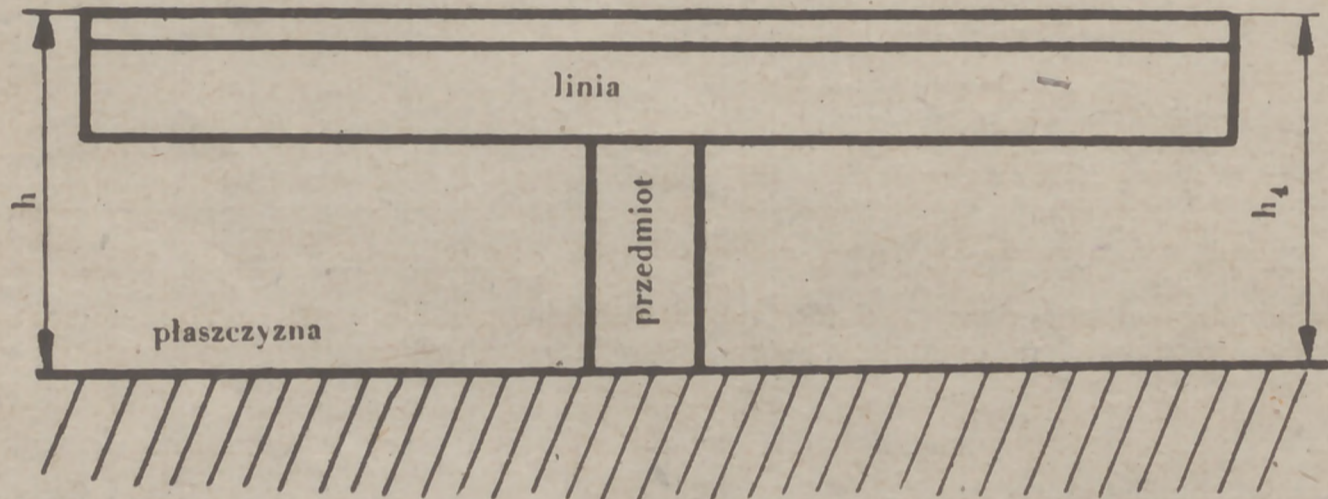


Rys. 38
Równość powierzchni sprawdzamy pod światło przez przyłożenie linii w kilku miejscach i kilku kierunkach: wzdłuż, w poprzek i na krzyż



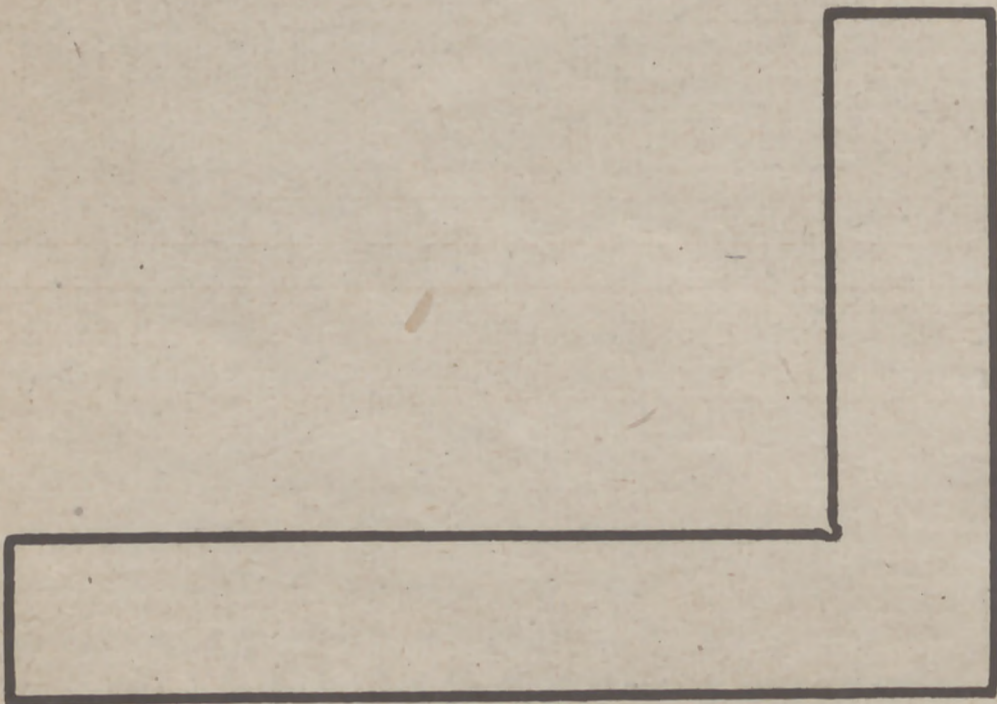
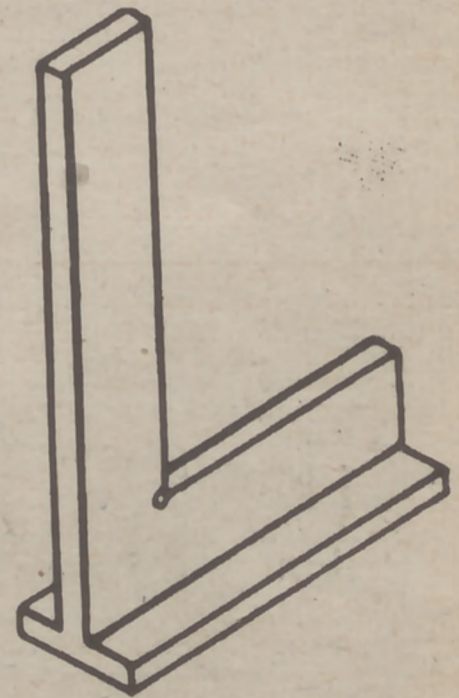
Rys. 39

Linia ułatwia nam mierzenie wysokości progu: szparę x między przedmiotem a linią mierzymy szczelinomierzem



Rys. 40

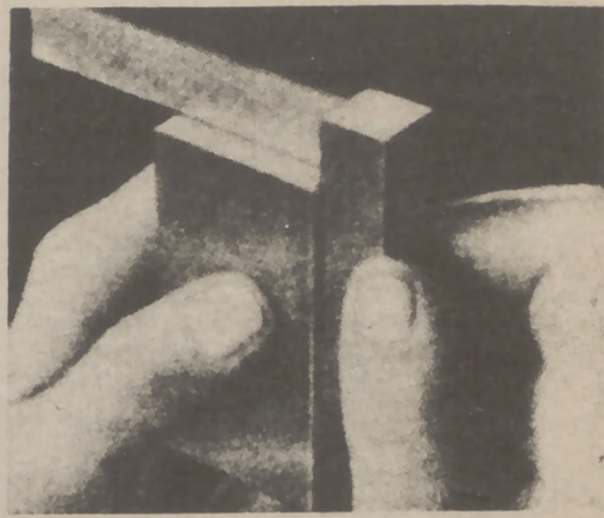
Linia wykrywa nam równoległość krawędzi w wąskim przedmiocie

Rys. 41
KątownikRys. 42
Kątownik z podeszwą



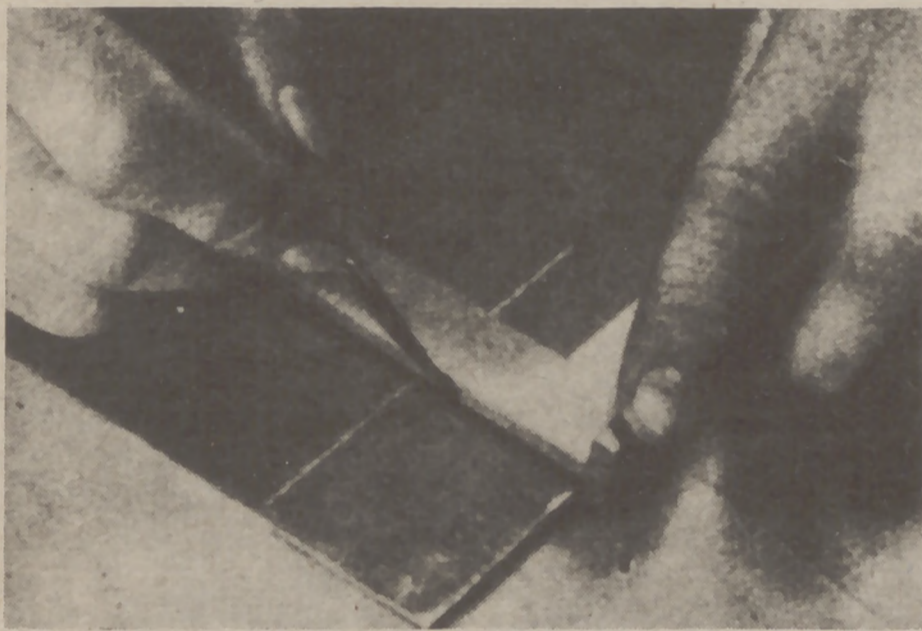
Rys. 43

Kątownikiem możemy sprawdzać płaszczyznę, jak linią



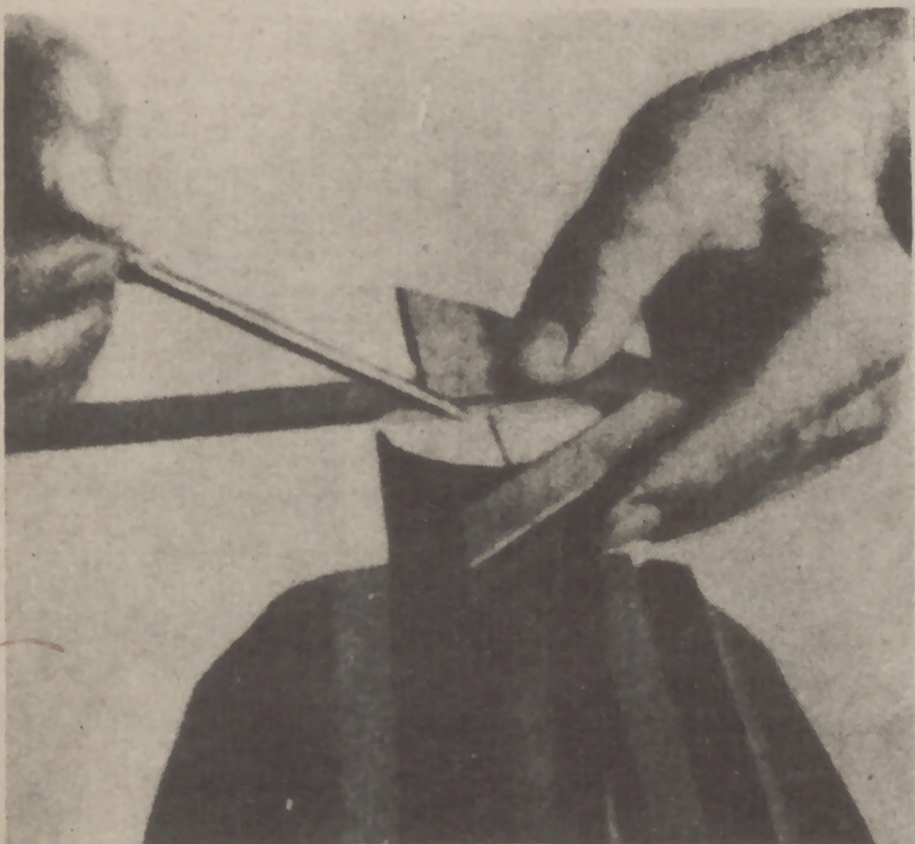
Rys. 44

Kąt między płaszczyznami sprawdzamy przez przyłożenie jednej krawędzi kątownika do gładkiej płaszczyzny i szukanie szpary pod światło na drugiej płaszczyźnie



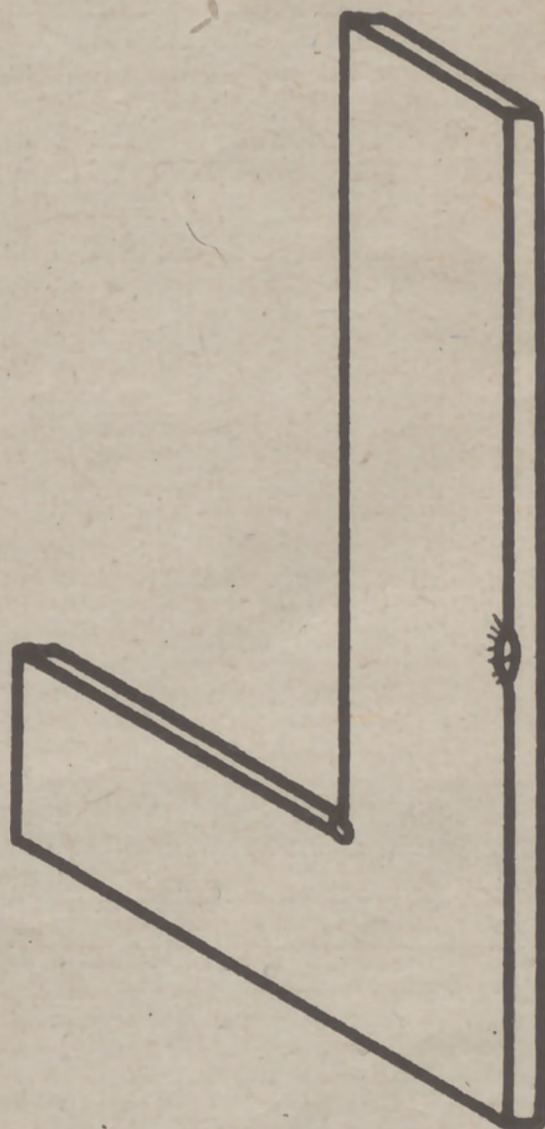
Rys. 45

Kątownikiem z podszwą rysujemy linie prostopadłe do krawędzi przedmiotu



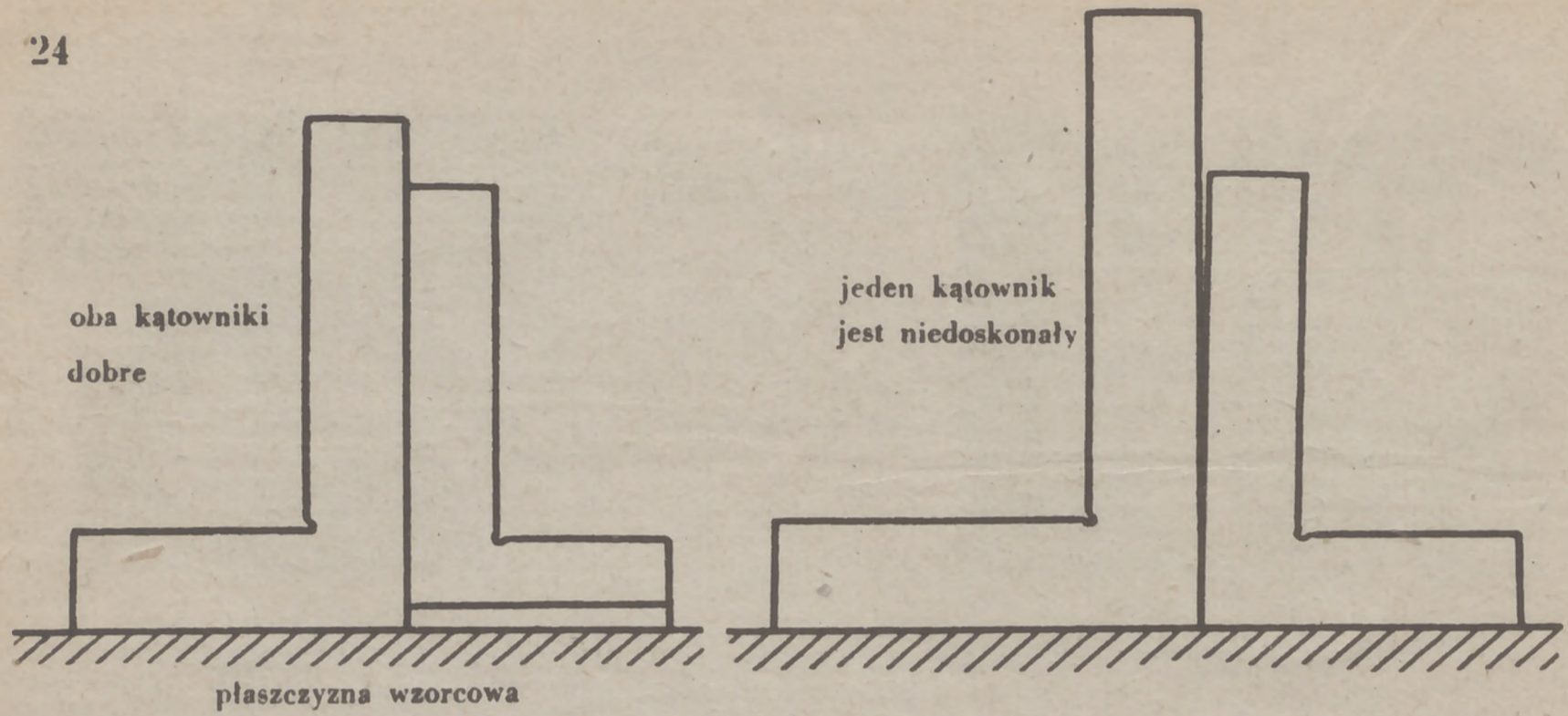
Rys. 46

Kątownikiem z nakładką rysujemy linie na wálku; przecięcie linii daje nam środek wálka



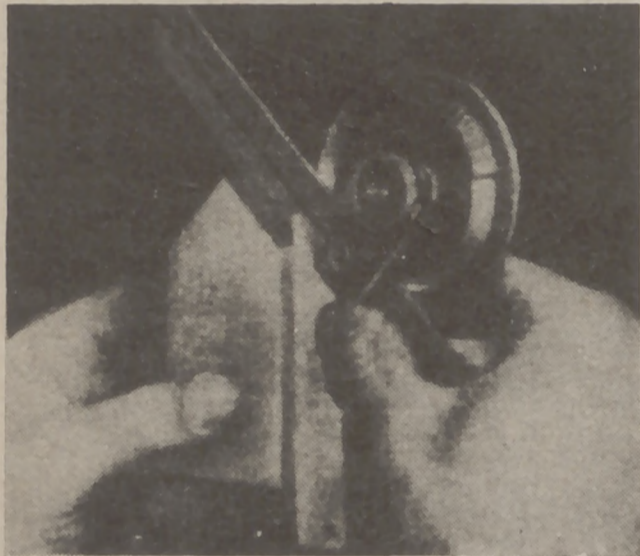
Rys. 47

Gdy rzucić pilnik na kątownik, to krawędź kątownika się uszkodzi

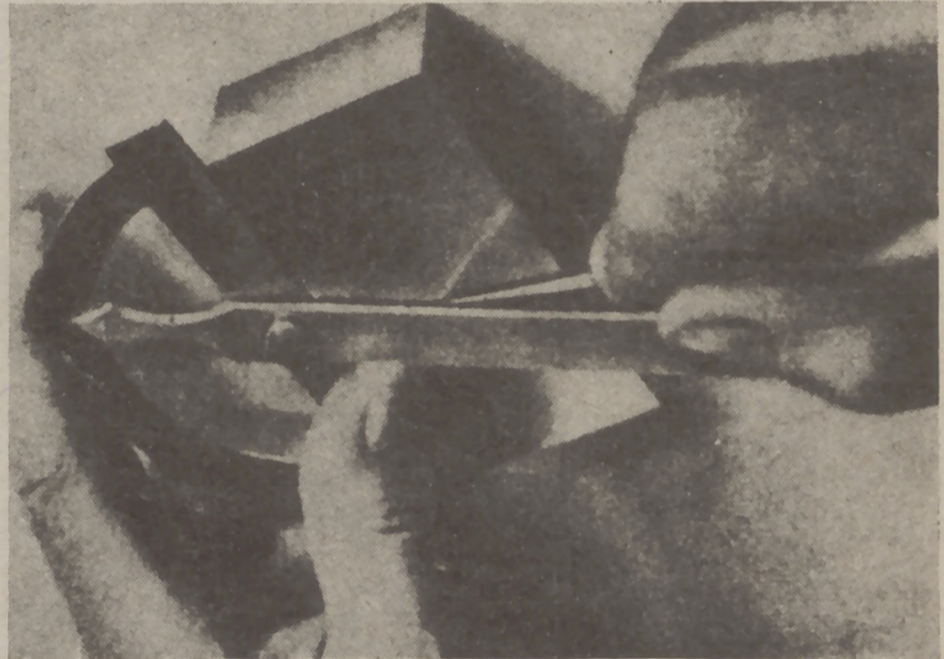


Rys. 48

Kątowniki sprawdzamy na płycie wzorcowej przez porównanie trzech kątowników kolejno między sobą

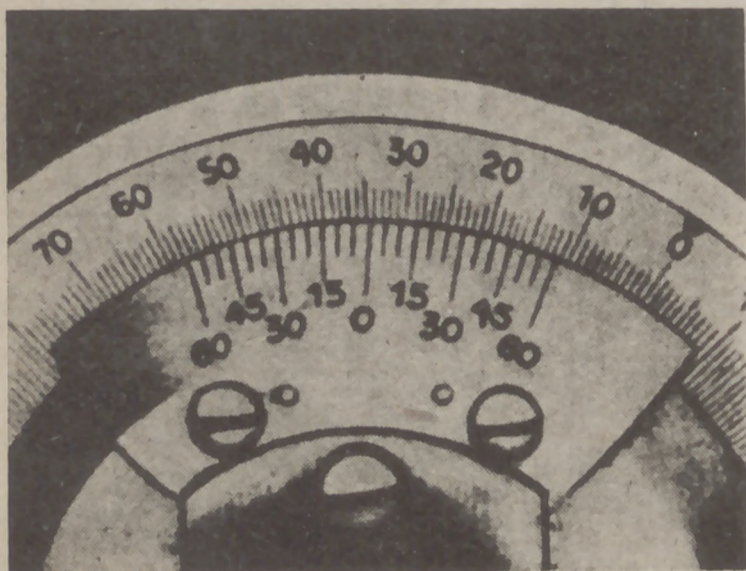


Rys. 49
Kątomierz nastawny



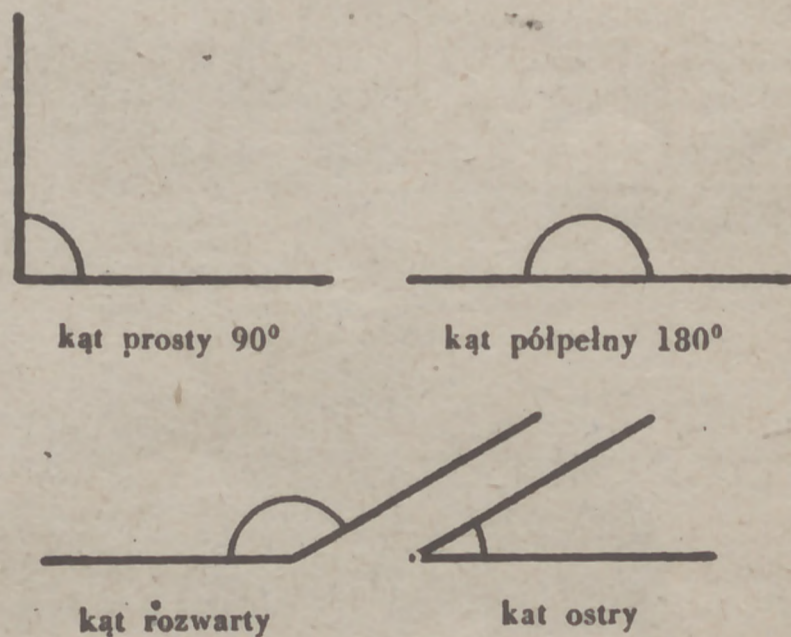
Rys. 50

Kątomierz warsztatowy służy do rysowania linii pod żądanym kątem. Wskazówka pokazuje nam jednocześnie kąt ostry i uzupełniający do półpełnego kąt rozwarty



Rys. 51

Na kątomierzu jest noniusz kątowy. Odczytujemy ilość stopni: $34^{\circ}30'$ względnie uzupełnienie do kąta półpełnego $145^{\circ}30'$



Rys. 52
Nazwy kątów

e) **Konserwacja kątowników.** Najbardziej wrażliwymi częściami kątownika są jego krawędzie, i aby nie rdzewiały od potu, chwytny kątowniki zawsze palcami „na płask”. Kątowniki wycieramy co pewien czas naoliwioną szmatką.

Podczas pracy kładziemy kątowniki na stole przed imadło (rys. 126), tj. na środek stołu, a nie obok imadła, bo gdy na kątownik rzucimy pilnik lub młotek, nastąpi uszkodzenie krawędzi, jak na rys. 47 a wówczas kątownik jest niezdatny do użytku.

Naprawić można takie uszkodzenie przez delikatne zaklepanie małym młoteczkim i zapiłowanie na nowo krawędzi według kątownika wzorcowego, lecz wymaga to kilku godzin pracy.

Jeżeli w warsztacie wykonujemy roboty precyzyjne, trzeba kątowniki co kilka miesięcy sprawdzać według kątownika wzorcowego, gdyż przez częste używanie, zmiany temperatury i wilgotności oraz naprężenia wewnętrzne w materiale kątownik może się rozgiąć lub wytrzeć nawet przy dobrym obchodzeniu się.

Jeśli nie mamy kątownika wzorcowego, możemy sprawdzać dwa kątowniki na dokładnej linii lub płycie (rys. 48). Porównujemy wówczas kolejno trzy kątowniki między sobą (porównaj „płyta wzorcowa”, str. 31).

Kątowniki wzorcowe spoczywają w pudełkach szczelnie zamkniętych. Wyjmujemy taki kątownik, chwytając go przez łatkę i przymierzamy oraz doskrobujemy według niego zwyczajne kątowniki ślusarskie. Po użyciu myjemy kątownik w czystej benzynie lub spirytusie, smarujemy oliwą lub czystą wazeliną i chowamy do pudełka. Jeśli w lokalu jest wilgoć, dodatkowo owijamy pudełko w bibułę, pergamin lub natłuszczony papier.

7. Kątomierze

Nieraz trzeba zmierzyć inny kąt aniżeli prosty i do tego mamy kątomierze nastawne (rys. 49).

Należy pamiętać, że kąt prosty dzieli się na 90° a skolei jeden stopień (1°) dzielimy na sześćdziesiąt minut ($60'$). Każda minuta ma jeszcze sześćdziesiąt sekund ($60''$). Kąt półpełny ma 180° , kąt ostry poniżej 90° , a kąt rozwarty powyżej 90° (rys. 52).

Uwaga: We Francji obowiązuje kąt prosty, podzielony na sto gradów, a każdy grad ma sto minut gradowych.

Do narysowania linii pod żądanym kątem służy kątomierz warsztatowy ze wskazówką według której możemy ciągnąć linię rysikiem (rys. 50). Kątomierz ten pokazuje jednocześnie jeden kąt ostry (na fotografii od strony, gdzie pracownik trzyma palcem), oraz uzupełniający do 180° kąt rozwarty (od strony rysika).

Kątomierze dokładne zaopatrzone są w noniusz (rys. 51), przy pomocy którego możemy odczytać z dokładnością do $1/12^{\circ}$ czyli $5'$. Pełne stopnie odczytujemy pod kreską zerową (na rysunku 34°) a dalej szukamy, która kreska noniusza zgadza się z podziałką główną. Widzimy na rys. 51, że zgadza się kreska ze znakiem 30° zarówno z lewej jak

i prawej strony. Zatem mierzony kąt ostry wynosi $34^{\circ} 30'$ — lub uzupełniający do kąta półpełnego kąt rozwarty $145^{\circ} 30'$.

8. Szablony

Dla szybkiego i wygodnego sprawdzania skomplikowanych kształtów, krzywizn, kątów itp. służą szablony. Rys. 53 pokazuje nam sprawdzanie zaostrzenia przecinaka przy pomocy szablonu kąтового.

Zastosowanie szablonu do mierzenia kształtu krzywizny widzimy na rys. 54. Jest to bardzo typowa praca ślusarska, mianowicie dorobienie zęba w kole zębatym.

Szablon robimy z blachy według całych zębów tego samego koła. Po wstawieniu na „jaskółczy ogon“ kawałka materiału wypilowujemy z niego nowy ząb, mierząc kształt szablonem.

Inny przykład zastosowania szablonu widzimy na rys. 55. Szablon ten pozwala na sprawdzenie kształtu i wymiarów na całej długości przedmiotu. Sposób ten jest bardzo korzystny zwłaszcza przy wykonywaniu kilku takich samych sztuk.

Do wypilowywania lub zaszlifowywania kształtów według łuków kół są specjalne szablony do łuków wewnętrznych i zewnętrznych (tj. wklęsłe i wypukłe (rys. 56 a i 56 b).

Rys. 164 pokazuje nam szablon do mierzenia gwintów (patrz „Gwintowanie“).

9. Mikromierz

W warsztacie musimy często mierzyć z dokładnością do jednej setnej mm, i to nie tylko części dokładnie obrobione, ale również np. blachy, które trudno zmierzyć dokładnie suwmiarką.

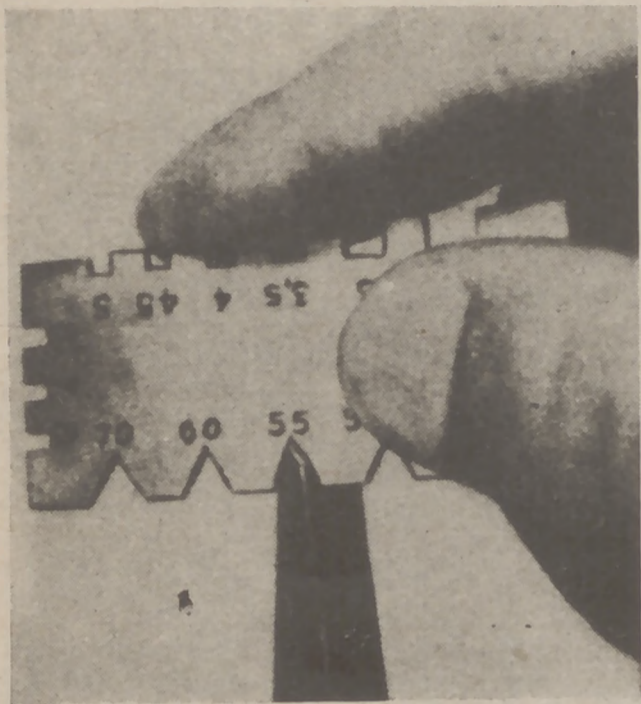
Blacha bywa bowiem pofalowana i gdy chwytamy ją suwmiarką, otrzymujemy fałszywy wynik (rys. 57), mierząc po wierzchołkach. Brzeg blachy jest często zagnieciony od nożyc i też nie daje nam możliwości zmierzenia dokładnie grubości blachy.

W takich wypadkach używamy mikromierza, który mierzy z dokładnością do 0,01 mm i chwytą przedmiot na krótkim odcinku, jak to widać na rys. 57. Specjalne mikromierze do blach mają niekiedy dokładność tylko 0,1 mm.

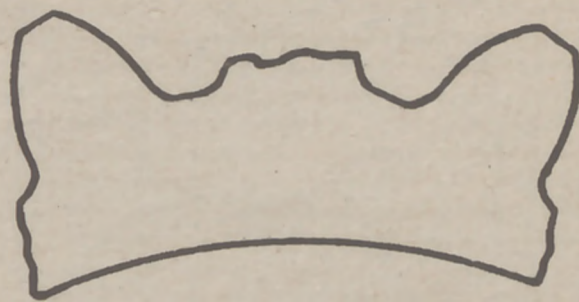
Mikromierz działa na zasadzie dokładnej śruby: każdy pełny obrót śruby przesuwają szczękę ruchomą o pół mm. Na śrubie jest bębenek z podziałką: cały obwód podzielony jest na 50 części, zatem jednej działce odpowiada pięćdziesiąta część połowy milimetra, czyli jedna setna mm.

Na rys. 58 widzimy odczytanie z mikromierza: pełne milimetry i połówki odczytujemy na trzonie (w tym przykładzie 28,5 mm) a na bębenu widzimy setne mm (w naszym przykładzie 0,32 mm).

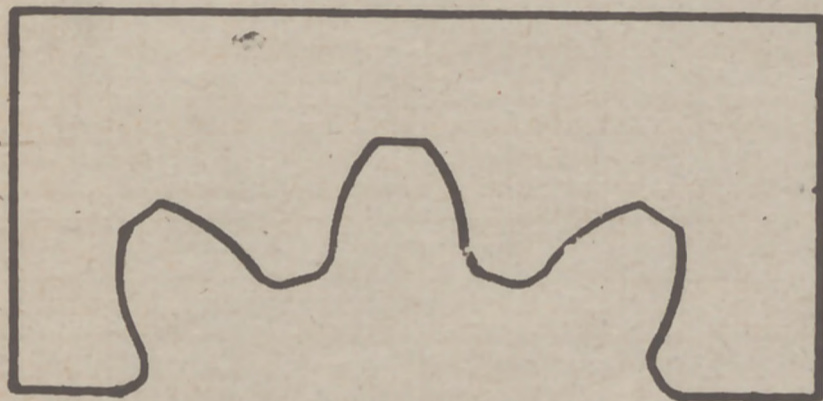
Razem więc wyniesie mierzony wymiar 28,82 mm.



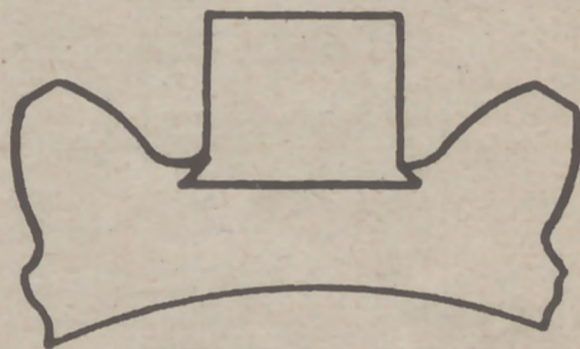
Rys. 53
Szablon do sprawdzania kątów



Rys. 54 a
Wieniec koła zębatego z wylamanym zębem



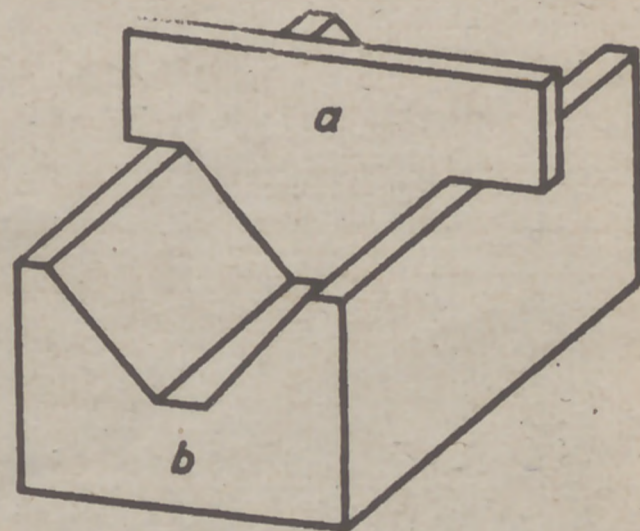
Rys. 54 b
Według dobrych zębów tego samego koła
wypilowujemy szablon z blachy



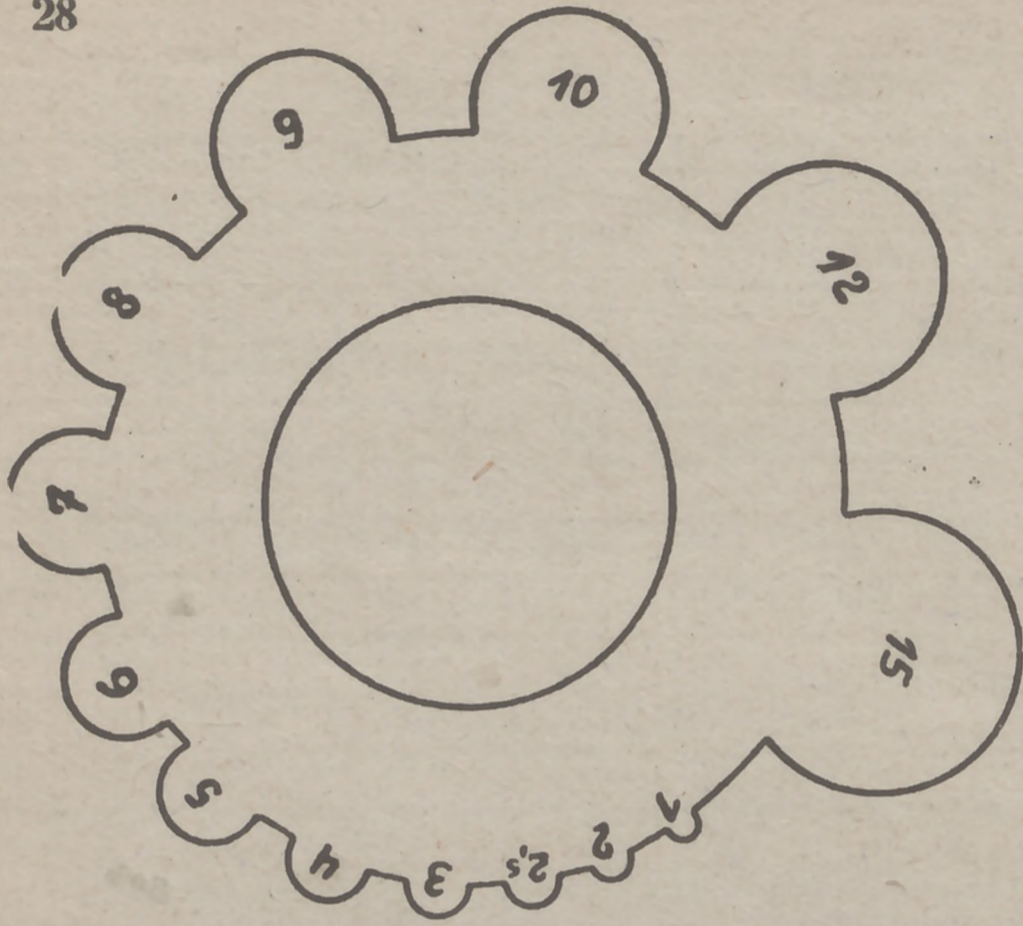
Rys. 54 c
Na miejsce wylamanego zęba wpasowujemy
na „jaskółczy ogon” kawałek miękkiej stali



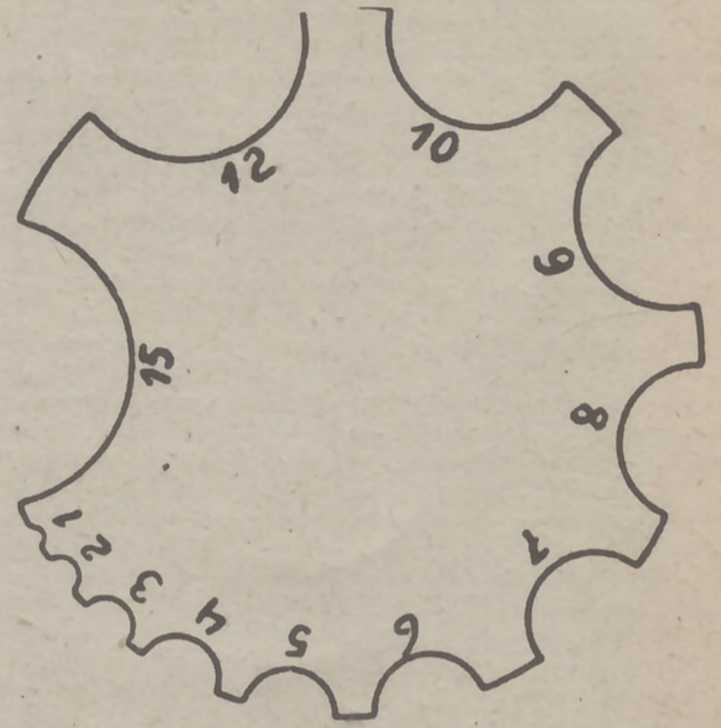
Rys. 54 d
Wstawiony ząb dopilowujemy pilnikiem i sprawdzamy kształt szablonem



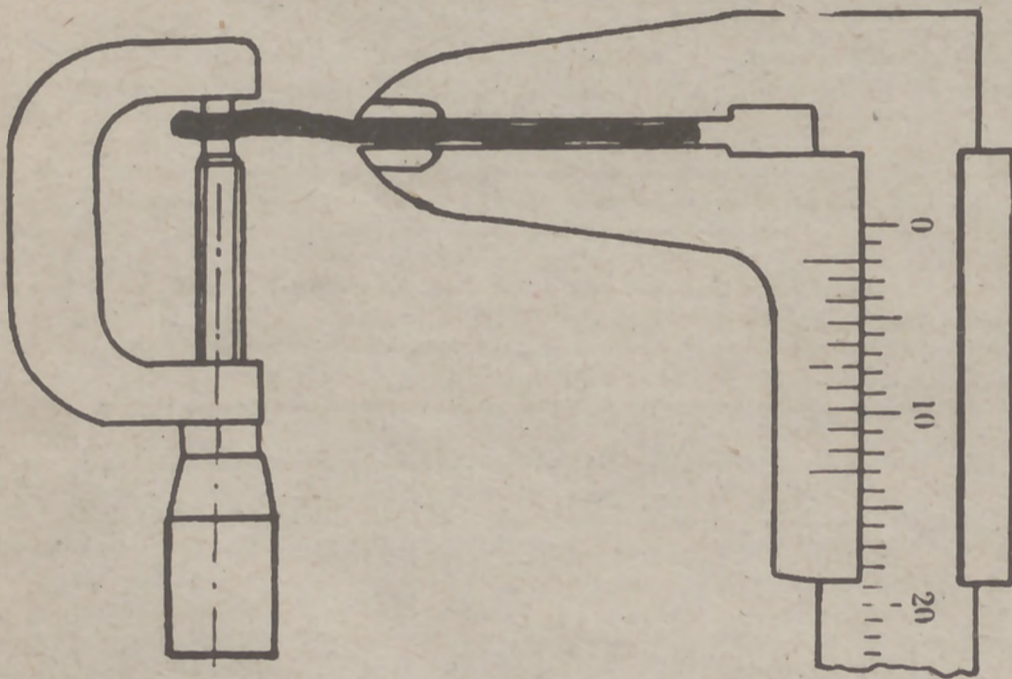
Rys. 55
Sprawdzanie kształtu szablonem: a — szablon,
b — przedmiot



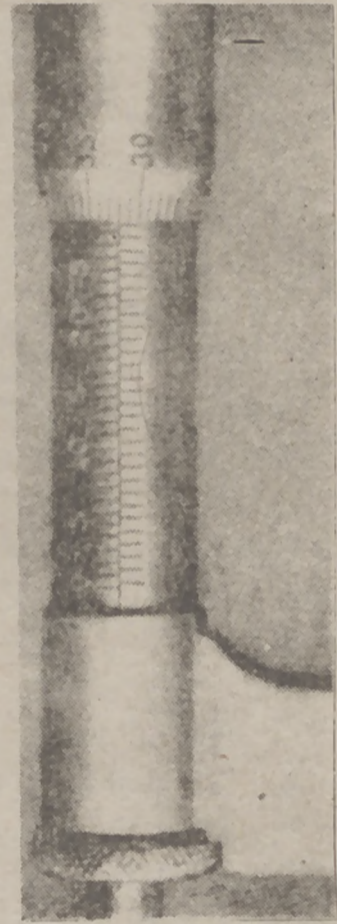
Rys. 56a
Szablon do łuków wklęsłych



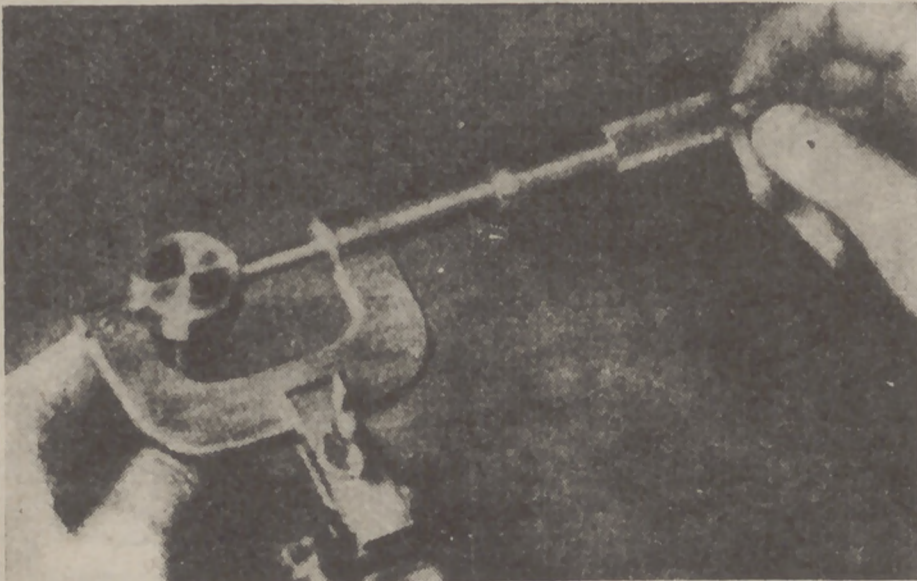
Rys. 56b
Szablon do łuków wypukłych



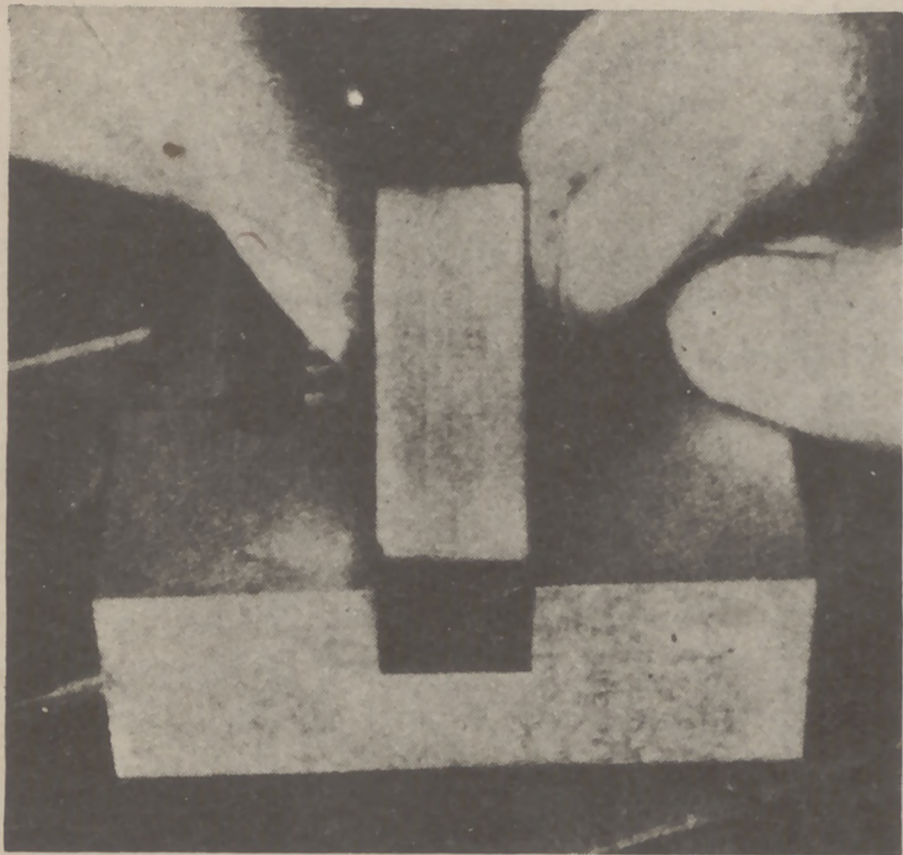
Rys. 57
Pofalowanej blachy nie można mierzyć suwmiarką, lepiej więc mierzyć mikromierzem



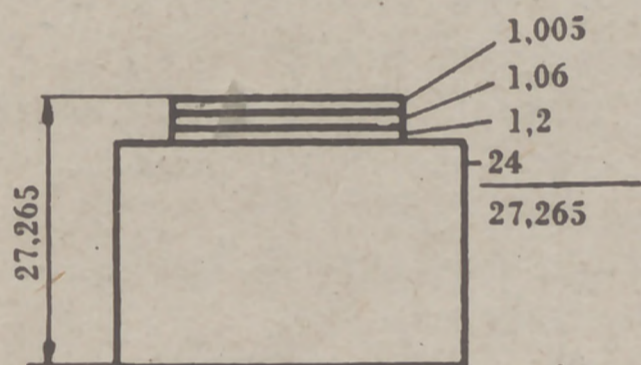
Rys. 58
Pełne mm i półki odczytujemy na trzonie mikromierza: 28 i pół; setne czytamy na bębnie: 0.32 mm razem wymiar: 28.82 mm



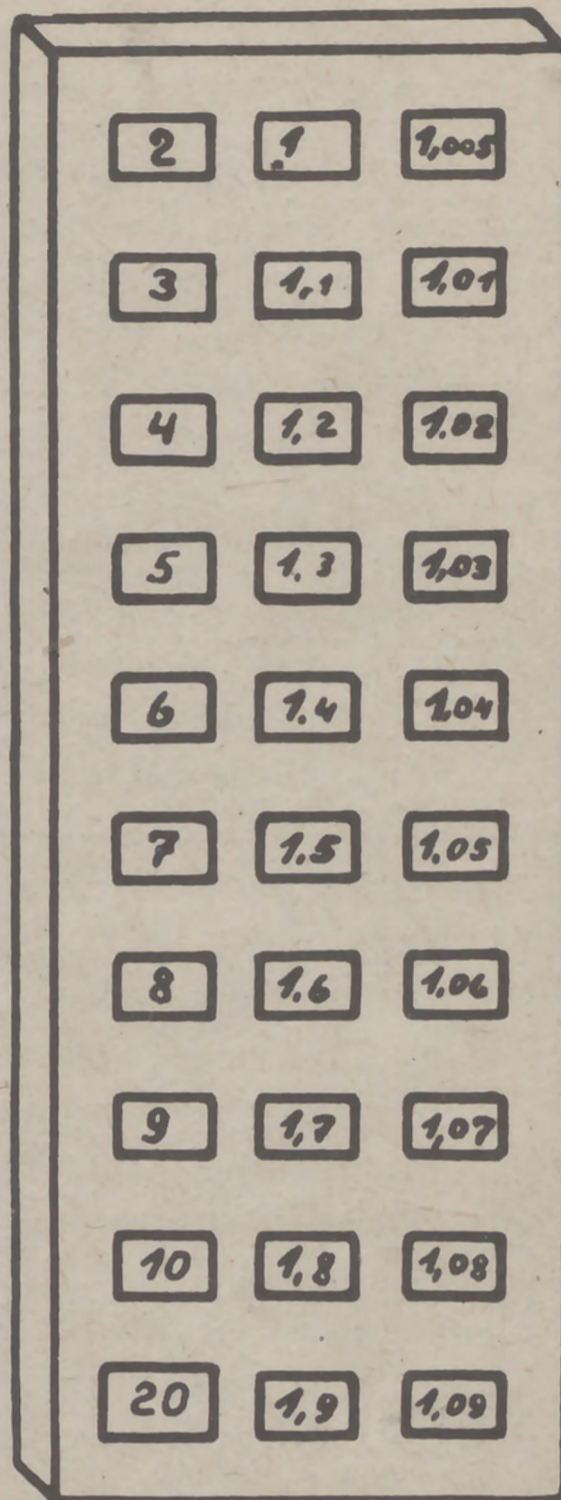
Rys. 59
Mikromierze dokręcamy palcami za grzechotkę



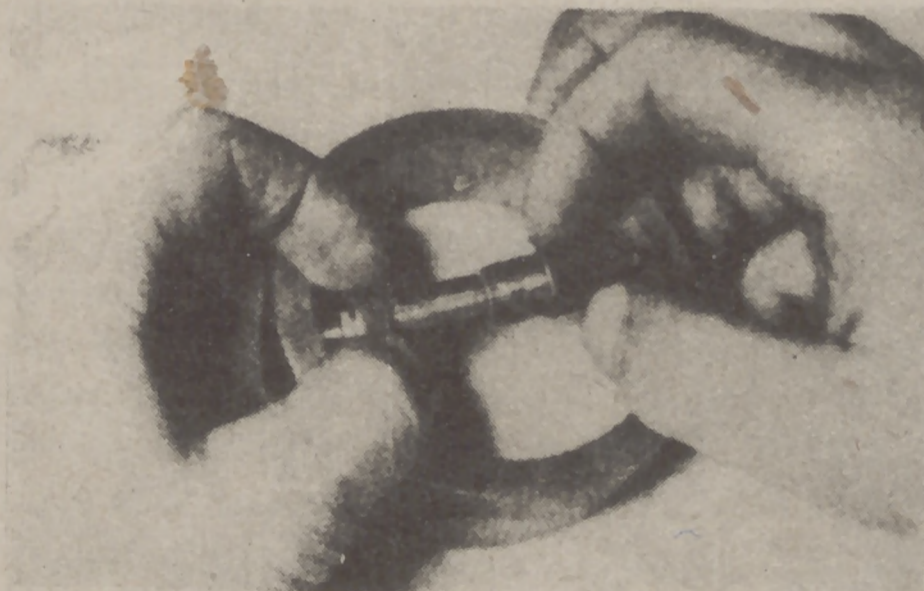
Rys. 60
Mikromierz do wnętrza



Rys. 62
Zestaw klocków Johanssona na wymiar
27,265 mm



Rys. 61
Klocki Johanssona (mały komplet)



Rys. 63
Mierzenie klockami szerokości rowka

U w a g a: Czasem spotykamy mikromierze ze śrubą o skoku 1 mm i 100 działkach na bębenu. Odczytujemy wtedy z trzonu pełne milimetry a z bębena setne mm.

Przy mierzeniu mikromierzem trzeba dla dokładności pomiaru dokręcać śrubę zawsze z jednakową siłą. Aby nie rozgniatać mierzonego materiału i nie psuć przyrządu, znajduje się na końcu trzonu mała grzechotka, którą zawsze dokręcamy, lekko i równomiernie (bez „rozpedu“). Prawidłowe dokręcanie widać na rys. 59.

Wymiary wewnętrzne mierzymy specjalnym mikromierzem o kształcie sworznia (patrz rys. 60).

Mikromierze mają zakres mierzenia tylko do 25 mm, bo dłuższa śruba mogłaby być źródłem niedokładności (rozszerzalność cieplna). Zatem nabywamy mikromierz na zasięg od 0 ÷ 25 mm, dalej inny mikromierz od 25 ÷ 50 mm, następny na zakres od 50 ÷ 75 mm itd.

Precyzyjne mikromierze można regulować. Jeśli stwierdzimy, że szczęki się zeszły, a bębenek nie pokazuje zera, to można zluźnić śrubkę i przesunąć szczękę stałą aż do zgrania kreski zerowej ze stykiem szczęk. Szczęki powinny dolegać całymi płaszczyznami, a nie skośnie (porównaj sprawdzanie suwmiarek, str. 16).

Mikromierze są przyrządami delikatnymi, więc trzeba się z nimi obchodzić starannie, a po użyciu schować do pudełeczka.

Mikromierze są skalowane na temperaturę 15° lub 20° C (porównaj skalowanie suwmiarek na określoną temperaturę, str.12).

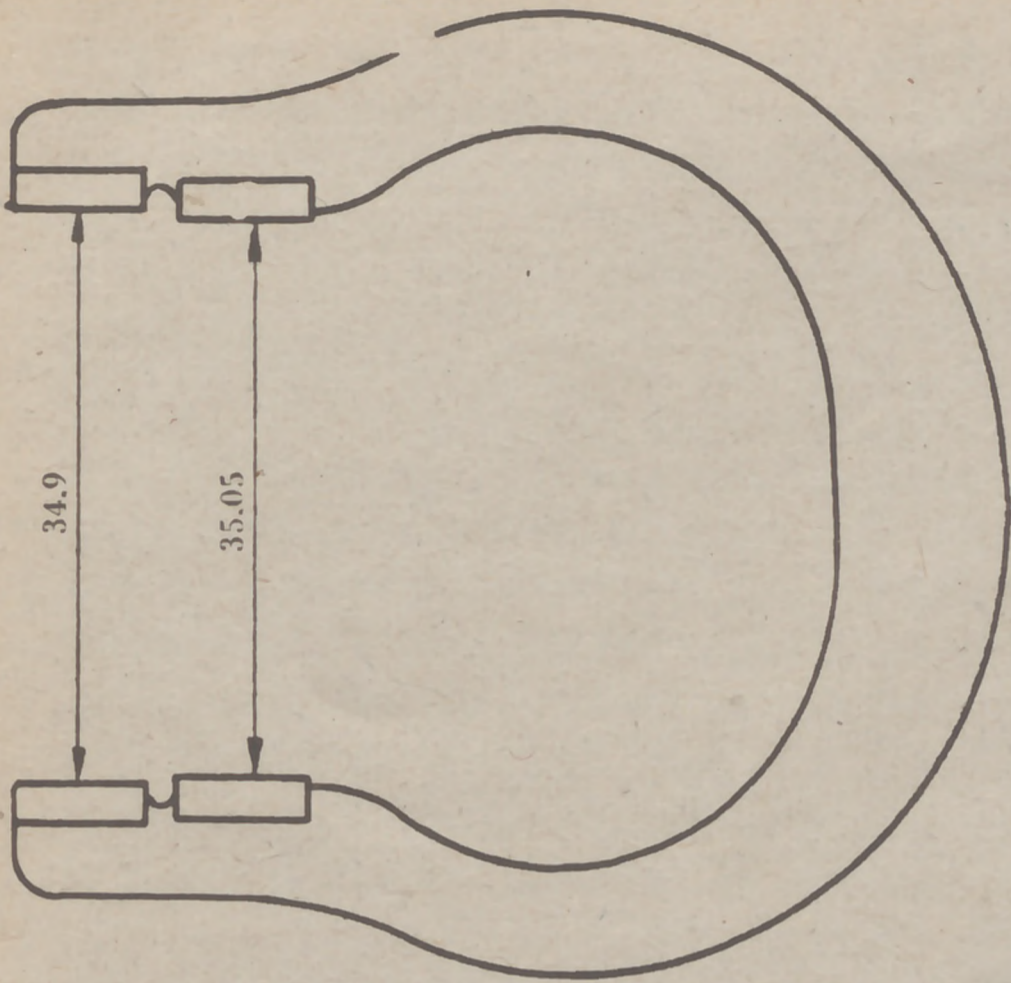
Aby ciepło ręki nie wpływało na pomiar, znajdują się na podkowiastej części mikromierza ebonitowe płytki do uchwycenia, które nie dopuszczają ciepła ręki do mikromierza.

Na rys. 59 widzimy mikromierz zamocowany w specjalnej podstawie, chroniącej od bezpośredniego styku z ręką.

10. Klocki Johansona

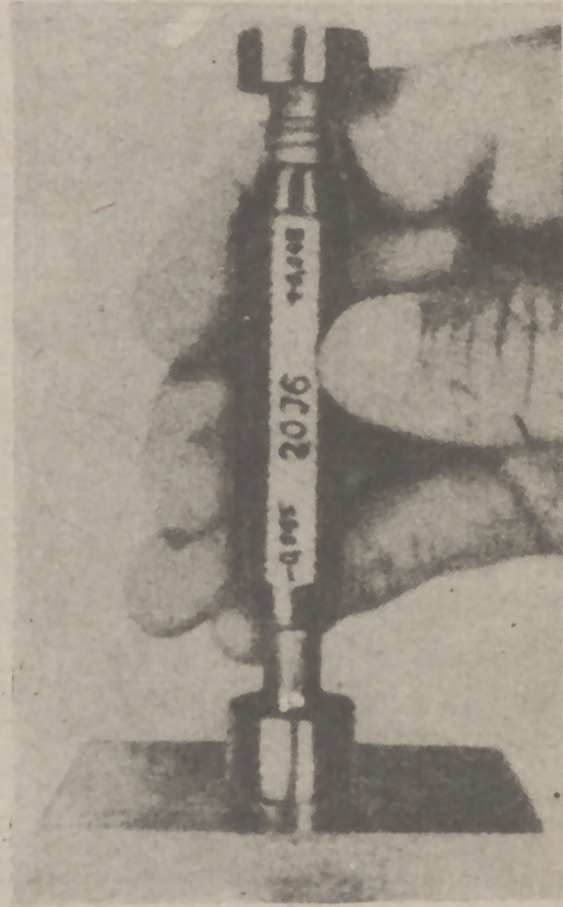
Dla sprawdzania dokładności suwmiarek i mikromierzy oraz do omówionego dalej nastawiania czujników służą klocki Johansona (wyrabiane poza szwedzką firmą Johansson teraz już i w wielu innych firmach). Można je nabywać jako precyzyjne do pomiarów warsztatowych i jako bardzo precyzyjne do pomiarów laboratoryjnych. Na rys. 61 widzimy zestaw klocków warsztatowych w specjalnym pudełku. Klocki wykonane są z twardej stali, szlifowane, docierane i polerowane i posiadają grubość odpowiadającą cyfrze wybitej na klocku. Dokładność takich klocków warsztatowych wynosi 0,001 mm nawet w zestawie. Jeżeli potrzebny nam jest wymiar np. 27,265 mm to go zestawiamy z klocków, jak na rys. 62. Klockami Johansona sprawdzamy dokładność wszystkich warsztatowych przyrządów pomiarowych. Gdy schwycimy np. klocek 15 mm szczękami suwmiarki lub mikromierza, to możemy stwierdzić czy podziałka pokazuje ten sam wymiar i czy nie ma szpar świetlnych.

Klocki leżą zanurzone w wazelinie, dlatego przed użyciem kapiemy je w benzynie i składamy razem. Polerowane płaszczyzny dolegają tak



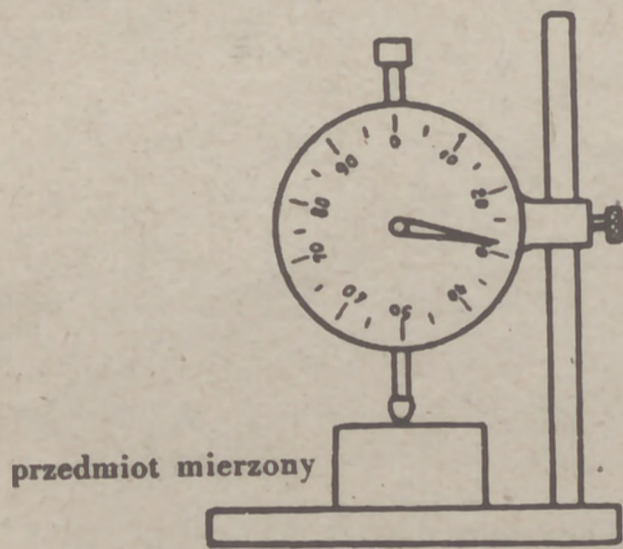
Rys. 64

Sprawdzian szczękowy do wałków. Gdy wałek przez pierwszą parę szczęk przejdzie, a w drugiej utknie, to jego wymiar leży w granicach tolerancji



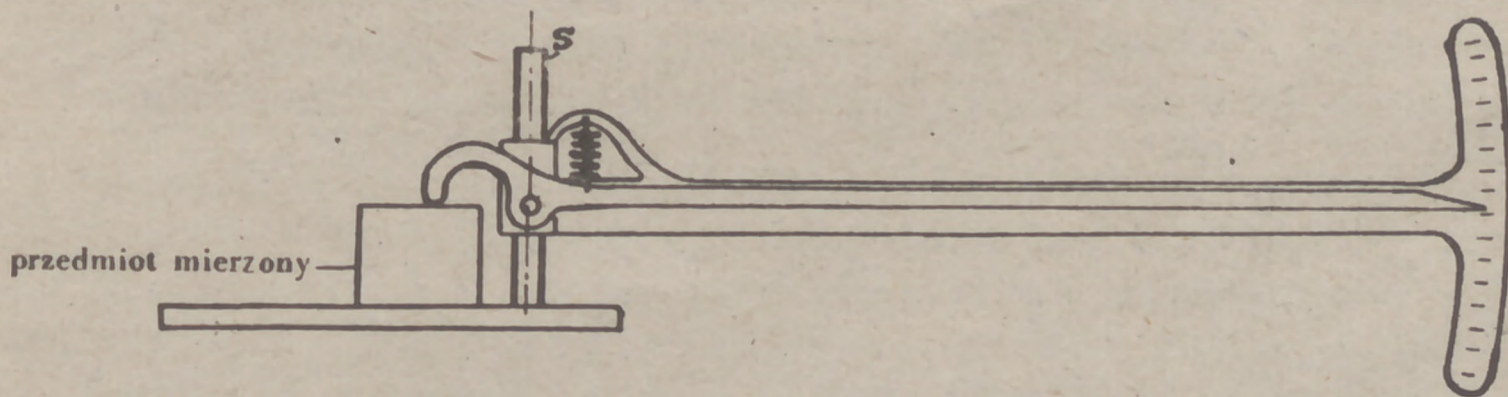
Rys. 65

Sprawdzian tłoczkowy. Cięższy tłoczek wchodzi do otworu, grubszy może co najwyżej oprzeć się o brzeg. Napis „20J6” oznacza b. dokładne pasowanie przylgowe średnicy $\varnothing 20$ mm (patrz rozdz. III, „Pasowania”)



Rys. 67

Czujnik zegarowy



Rys. 66

Czujnik dźwigniowy

ściśle do siebie, że klocki nie dadzą się rozerwać, a tylko przesuwają jeden po drugim. Na rys. 63 widzimy mierzenie szerokości rowka przy pomocy zestawu klocków Johanssona.

11. Sprawdziany

Dla szybkiego i dokładnego mierzenia średnic, szczególnie przy produkcji masowej służą nam sprawdziany. Przy dokładnej obróbce każdy wymiar przedmiotu posiada bowiem górną i dolną granicę, których przekroczenie jest niedopuszczalne. Jeżeli np. grubość sworznia oznaczona jest na rysunku $\varnothing 35 \begin{smallmatrix} +0,05 \\ -0,1 \end{smallmatrix}$ to znaczy, że wszystkie sworznie o wymiarach pomiędzy $\varnothing 34,9$ a $\varnothing 35,05$ nadają się do przyjęcia, a większe ponad górną granicę lub mniejsze od dolnej granicy są już odpadkami. Liczby przy wymiarze „+ 0,05” oraz „- 0,1” nazywamy odchyłkami.

Odchyłki są znormalizowane w międzynarodowym układzie pasowań zwanym ISA, na którym opierają się normy różnych krajów (patrz rozdział III, „Międzynarodowy układ pasowań ISA”).

Do mierzenia wałków służą sprawdziany szczękowe (patrz rys. 64). Jedna para szczęk ma rozstaw minimalny (w naszym przykładzie 34,9), a druga para ogranicza wymiar maksymalny (35,05 mm). Jeżeli mierzony wałek prześlizgnie się przez większy rozstaw a w mniejszym utknie, to średnica jest dobra, leży bowiem w granicach między odchyłkami czyli nie przekracza tzw. tolerancji.

Jeśli wałek przeleci przez obie pary szczęk, jest za mały, a jeśli nie wejdzie nawet w pierwszą parę, wtedy jest za duży.

Rysunek 65 przedstawia nam sprawdzian tłoczkowy do mierzenia otworów. Cieńszy tłoczek z napisem: — 0,005 musi wejść do otworu; grubszy ze znakiem + 0,008 może co najwyżej oprzeć się o brzeg otworu. Dla uniknięcia pomyłek tłoczki o większej średnicy jest zawsze krótszy i nie raz pomalowany na czerwono.

Mierzenie sprawdzianami jest bardzo dokładne a tak łatwe, że możemy je powierzać nawet niefachowcowi.

Sprawdziany są jednak drogie, zwłaszcza że do każdej tolerancji dla każdej średnicy trzeba innego sprawdzianu.

12. Czujniki

Czujniki służą nam do wykazywania odchyłek od danego nastawionego wymiaru. Czujniki używamy do badania dokładności powierzchni, sprawdzianów, obrabiarek i do mierzenia przedmiotów przy fabrykacji pojedynczych sztuk, zwłaszcza w braku odpowiednich sprawdzianów.

a. Czujnik dźwigniowy (rys. 66) mierzy z dokładnością do 0,1 mm. Składa się on z dźwigienki, której krótki koniec dotyka przedmiotu, a długi koniec, np. dziesięć razy dłuższy od krótszego, pokazuje na podziałce odchyłki. Mała sprężynka dociąga dźwignię i usuwa wszelkie luzy. Gdy krótki koniec dźwigni podniesie się o 0,1 mm, czego oko nasze nie dostrzeże, to długi koniec zupełnie wyraźnie przesunie się

o pełny milimetr (stosunek dźwigni wynosi 1:10), co możemy wyraźnie odczytać na podziałce. Czujnik ten możemy po zluźnieniu śrubek przesuwac po słupku *s* wyżej lub niżej. Zestawiamy klocki Johanssona na pożądanym wymiar, np. 24 mm i ustawiamy według nich czujnik na taką wysokość, aby wskazówka oparta o klocki jednym końcem, pokazywała na zero drugim. Potem żadaną górną i dolną odchyłkę (np. $-0,2$ i $+0,3$) zaznaczamy na podziałce czujnika kolorową kreską i teraz podkładamy kolejno mierzone przedmioty. Jeżeli przy którymś z nich wskazówka wychyli się poza kreskę, wtedy jego wymiar przekracza granicę tolerancji i usuwamy go jako odpadek.

b. Czujnik zegarowy. Przyrząd ten (rys. 67) pracuje podobnie jak czujnik dźwigniowy, lecz ze znacznie większą dokładnością (0,01 a nawet 0,001 mm). Odchyłki odczytujemy ze wskazówki, która obraca się po tarczy, jak w zegarku, stąd nazwa.

c. Optometr. Jest to czujnik najdokładniejszy, który gwarantuje nam dokładność pomiaru do 0,001 mm. Dźwigienka, która jak u innych czujników dotyka przedmiotu mierzonego, działa za pomocą promienia świetlnego na system lusterek i pryzmatów, które dają nam przekładnie dźwigniowe jak w czujniku dźwigniowym. Unikamy przez to tarcia, możliwości wydłużania cieplnego, ugięcia dźwigni itp., co wszystko polepsza dokładność pomiaru. Odchyłki pokazuje wskazówka na oświetlonej elektrycznie podziałce.

d. Obsługa czujników. Wszelkie czujniki musi nastawiać i obsługiwać fachowiec, natomiast po nastawieniu dokonywanie pomiaru jest proste i łatwe. Czujnikami precyzyjnymi możemy sprawdzać sprawdziany tłoczkowe, szczelinomierze itp. po ustawieniu czujnika w/g klocków Johanssona, jak opisano powyżej.

B. Trasowanie

Każdy przedmiot wykonujemy na podstawie rysunku lub szkicu, przyczem w warsztacie ślusarskim trzeba najczęściej kształt przedmiotu w/g rysunku przerysować na materiał oraz zaznaczyć charakterystyczne punkty, jak środki osi, łuków itp. Pracę tę nazywamy trasowaniem. Rozróżniamy trasowanie płaskie i przestrzenne.

1. Trasowanie płaskie

Gdy wykonujemy przedmiot z blachy, płyty itp., trasowanie sprowadza się do przerysowania przedmiotu na materiał. Jest to trasowanie płaskie.

a. Powlekanie powierzchni. Ponieważ rysy na metalu są słabo widoczne, więc przed trasowaniem dla lepszej wyrazistości powlekamy przedmiot sproszkowaną kredą rozpuszczoną we wodzie, lub jeśli

są gładkie powierzchnie, to miedziujemy je przez posmarowanie siarczanem miedzi z dodatkiem kwasu siarkowego rozcieńczonego w wodzie.

Przy trasowaniu odlewów, oraz tam, gdzie nam zależy, aby powłoka nie odpryskiwała, smarujemy proszkiem kredowym (szlamem) rozpuszczonym w oleju lnianym z dodatkiem sykatywu (co umożliwi szybsze schnięcie).

Po powleczeniu powierzchni wszystkie rysy są dobrze widoczne i rysujemy wówczas przedmiot rysikiem. Stal mięką i żeliwo rysujemy rysikiem z twardej, hartowanej stali. Przedmioty z twardej stali możemy rysować rysikiem aluminiowym czy mosiężnym nawet bez powlekania.

b. Narzędzia traserskie. Do trasowania potrzebujemy oprócz rysika: linię, miarkę, kątownik i kątomierz, które znamy z opisu w poprzednim rozdziale, wreszcie cyrkla, punktaka i młotka.

Cyrkiel wykonany jest z twardej stali, a końcówki ma zahartowane. Najlepszy jest cyrkiel „błyskawiczny“ ze sprężyną (patrz rys. 68 a), którego rozstaw możemy regulować śrubą i tym samym uregulować bardzo dokładnie. Największy rozstaw takiego cyrkla bywa do 200 mm. Gdy nóżki cyrkla się stępią, ostrzemy je od zewnętrznej strony na szlifierce.

Do dużych wymiarów używamy cyrkli przesuwanych (patrz rys. 68 b), których rozstaw sięga do 500 mm.

Cyrkla używamy nie tylko do zataczania łuków, ale również do odmierzania długości odcinków. Cyrkiel nastawiamy według miarki na żądany wymiar, jedną nóżkę ustawiamy do zapunktowanego otworka a drugą rysujemy.

Gdy środek łuku znajduje się za przedmiotem lub na jego krawędzi, dostawiamy pomocniczy klocek z gładką powierzchnią i przytrzymujemy wszystko imadłem (rys. 68 c).

Aby nóżka cyrkla nie ślizgała się po przedmiocie podczas rysowania, punktujemy każdorazowo środek łuku punktakiem.

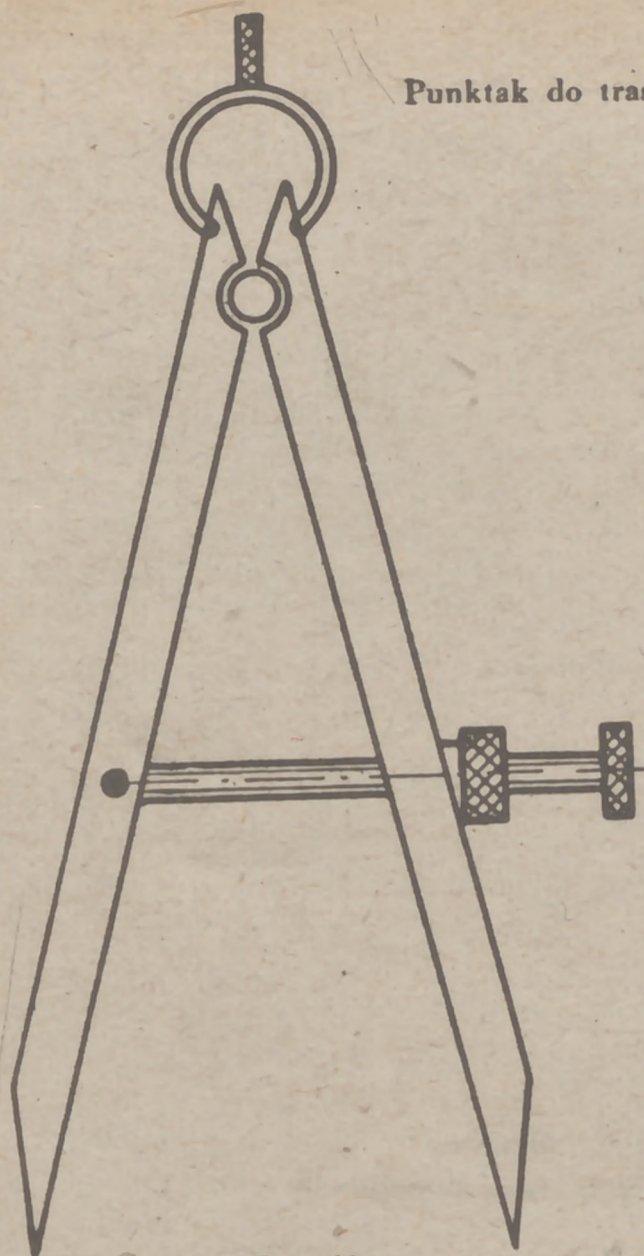
Punktak do trasowania, przedstawiony na rys. 69, musi być stale dobrze naostrzony i to na kąt około 60° . Do punktowania bierzemy punktak w lewą rękę, odchylamy trzonek od siebie, aby widzieć dobrze ostrze (patrz rys. 70 a), które ustawiamy na przecięcie linii. Gdy ostrze dobrze trafia w przecięcie linii, wyprostowujemy punktak do położenia pionowego i uderzamy lekko młotkiem (patrz rys. 70 b). Na rys. 71 a widzimy zapunktowanie prawidłowe, obok na rys. 71 b zapunktowany punkt krzywo i wreszcie rys. 71 c pokazuje punkt zbyt silnie wybity.

Przez punktowanie ustalamy również linie, które przy obróbce mogłyby się zatrzeć. Krzywizny i narożniki punktujemy gęsto, odcinki proste rzadziej (patrz rys. 72). Duże łuki i odcinki proste możemy punktować punktakiem zaostrzonym „na dłuto“ (rys. 73).

Przy obróbce powinna zniknąć połowa punktu poza linią, a druga połowa pozostaje dla kontroli.

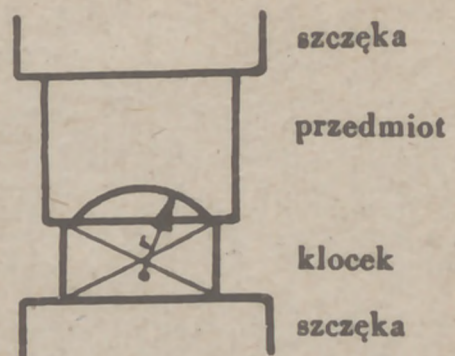
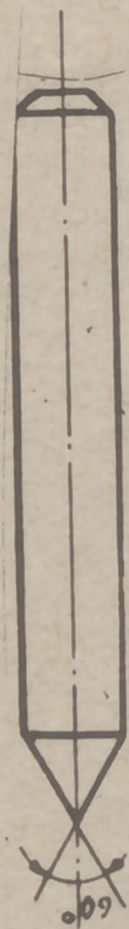
Do umiejętności trasowania należy również znajomość rysunku technicznego oraz dobre zrozumienie wymiarowania.

Rys. 69

Punktak do trasowania ostrzemy na kąt 60° 

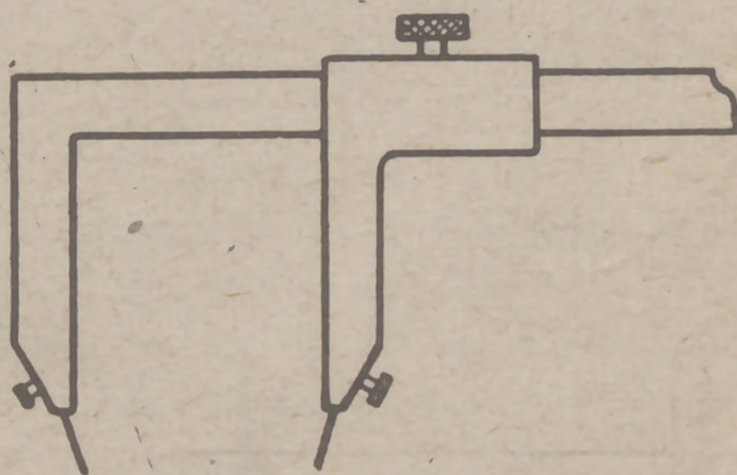
Rys. 68 a

Cyrkiel ze sprężyną. Można go przy pomocy śrubki ustawić bardzo dokładnie na żądany wymiar



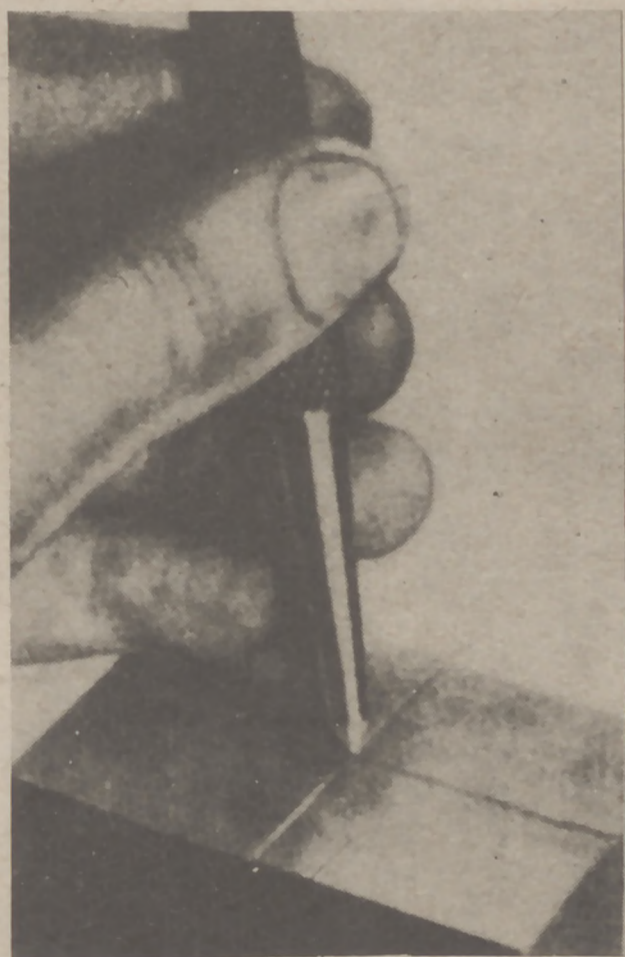
Rys. 68 c

Gdy środek łuku leży za przedmiotem, chwytamy przedmiot w imadło razem z klocek, z którego zataczamy łuk



Rys. 68 b

Cyrkiel przesuwany służy do dużych łuków



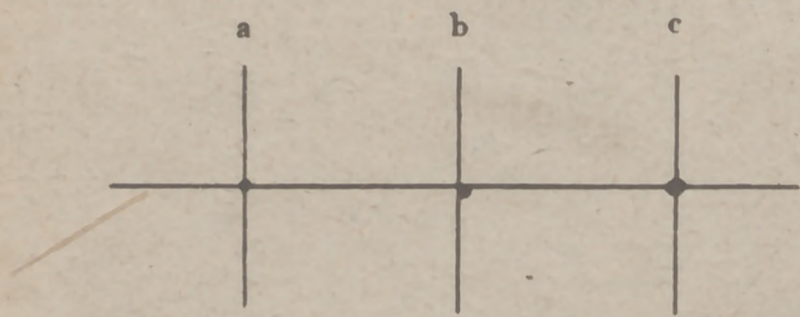
Rys. 70 a

Aby utrafić ostrzem punktaka dokładnie w przecięcie linii, odchylamy trzonek od siebie, wówczas dobrze widać czubek



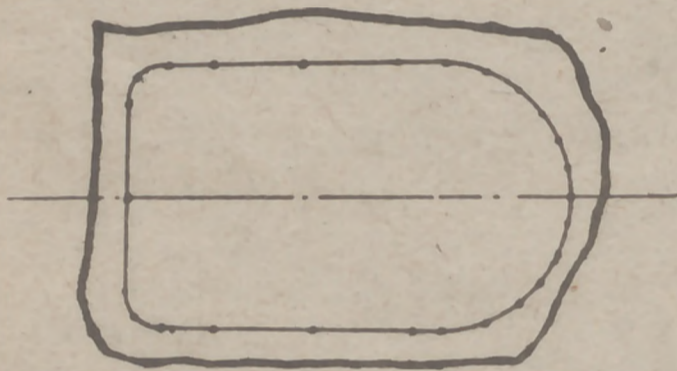
Rys. 70 b

Gdy ostrze punktaka trafiło w przecięcie linii, wyprostowujemy trzonek i uderzamy lekko młotkiem



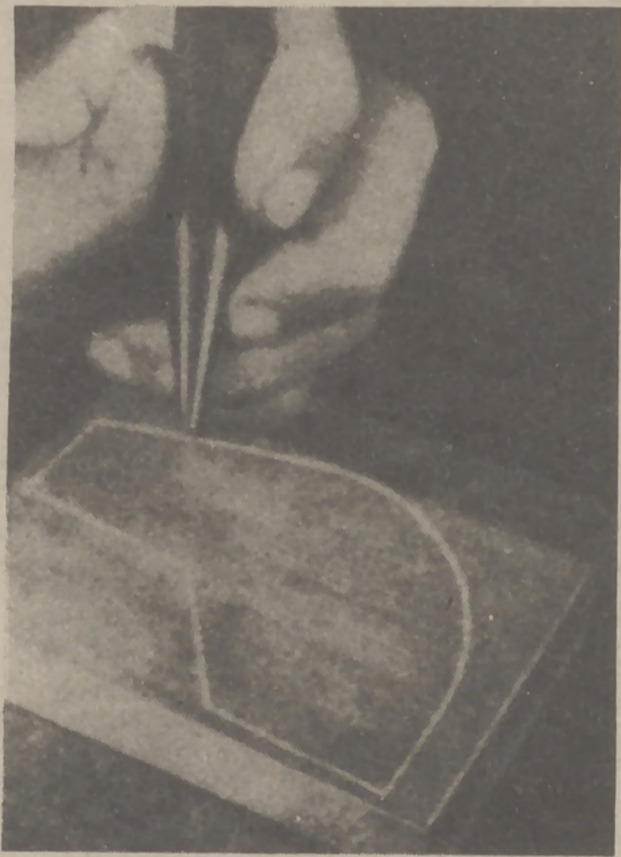
Rys. 71

a — zapunktowanie prawidłowe; b — krzywe;
c — za mocne



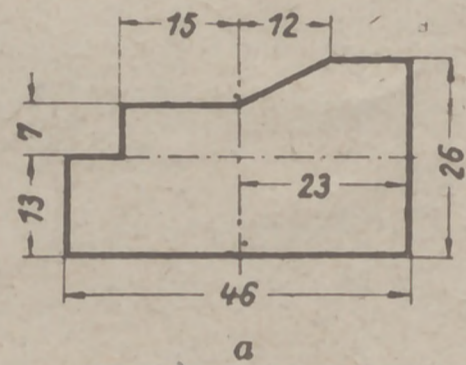
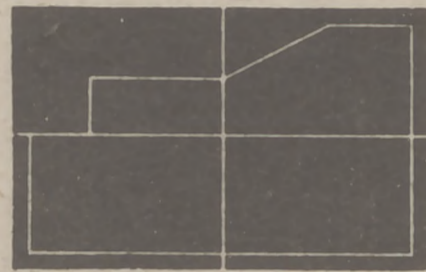
Rys. 72

Aby wytrasowana linia nie zatarła się, punktu-
jemy ją gęsto w narożnikach i łukach, rza-
dziej na odcinkach prostych. Przy obróbce
połowa punktu znika, a druga połowa zostaje
dla kontroli



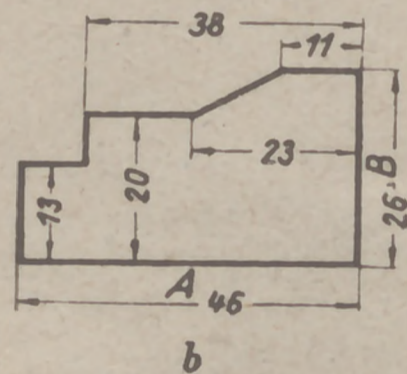
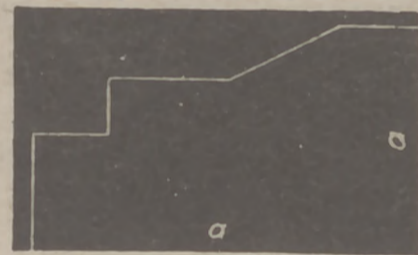
Rys. 73

Linie proste i duże łuki trasujemy punkta-
kiem zaostrowym na dłuto



Rys. 74 a

Przedmiot trasowany według osi



Rys. 74 b

Przedmiot trasowany według krawędzi A i B

Na rys. 74 a i 74 b widzimy ten sam przedmiot, lecz inaczej zwymiarowany i odpowiednio trasowany.

Na rys. 74 a przedmiot zwymiarowano według jego głównych osi czyli trasowanie rozpoczęto od tychże osi (osie na rysunku technicznym są jako linie kresko-kropkowane, na przedmiocie jako cienkie linie ciągłe).

Rys. 74 b przedstawia ten sam przedmiot, lecz zwymiarowany od dwóch podstawowych krawędzi A i B, będących jednocześnie obrobionymi już płaszczyznami przedmiotu. Odmierzamy więc od nich pozostałe wymiary i tym samym zaoszczędzamy na obróbce.

Przykład powyższy pokazuje, jak powinien rzemieślnik rozumieć myśl konstruktora, który sposobem wymiarowania daje do zrozumienia, jaka część przedmiotu jest szczególnie ważna, tak że trzeba ją przyjąć jako podstawę i od niej odmierzać resztę szczegółów.

Przy trasowaniu dużych przedmiotów dobrze jest linię przytrzymać dwoma imadłkami, jak to widać na rys. 75. Pozwala to na wygodne użycie kątowników do wyznaczania kąta prostego i ciągnięcia linii prostopadłych.

c. Łączenie łuków z prostą i łukiem. Gdy trasujemy łuki koła, należy pamiętać o zasadzie, że łuk powinien w linię prostą lub następny łuk przechodzić płynnie tj. bez „zahaczenia“, chyba, że z rysunku wyraźnie wynika inaczej. Prawidłowe przejście z łuku w prostą widzimy na rys. 76 a. W miejscu, gdzie kończy się łuk a zaczyna prosta, promień łuku tworzy z prostą kąt 90° . Podobnie przejście z łuku w łuk, jak wynika z rys. 76 b powinno być płynne. Warunkiem prawidłowego połączenia dwu łuków jest umieszczenie na jednej prostej $x-x$ środków obu łuków oraz punktu zetknięcia się łuków.

Rysunki 76 c oraz 76 d pokazują nam błędy często spotykane przy niewłaściwym trasowaniu, gdzie przejścia nie są płynne. „Zahaczenia“ oznaczone są kółkami i literą z.

d. Przykład trasowania płaskiego. Rys. 77 jest technicznym rysunkiem przedmiotu, którego kolejność trasowania przedstawia się następująco:

Najpierw rysujemy oś główną (pionową) i dwie prostopadłe do niej osie poziome, w odległości 25 mm jedna od drugiej. Na blasze rysujemy osie, jako linie ciągłe, chociaż na rysunku technicznym są kresko-kropkowane. Punkty przecięcia się osi lekko punktujemy i zataczamy z nich łuki 15 mm, 55 mm oraz 3 mm.

Do łuku 3 mm przyrastają łuki 35 mm, których środki muszą leżeć na osi (w myśl zasady przedstawionej na rys. 76 b) i to w odległości równej sumie promieni $35 + 3 = 38$ mm od skrzyżowania osi.

Nastawiamy więc cyrkiel na wymiar 38 mm i stawiamy jedną nóżkę na skrzyżowanie osi, a drugim odcinamy w lewo i prawo środki łuków 35 i 30 (punkt Y na rys. 78) i punktujemy je punktakiem.

Trasujemy teraz łuki 35 mm a potem oba łuki 30 mm.

Aby zamknąć łuki 30 z łukiem 25 przy pomocy łuków 9, musimy znaleźć ich środki, oznaczone literą X na rys. 78. Będą to jednocześnie środki łuków 5, które zamykają łuki 35 z łukiem 20.

Znalezienie tych punktów pokazuje nam rys. 78.

Poszukiwany przez nas punkt X leży w odległości 40 mm (suma promieni $30 + 10$) od znanego punktu Y. Nastawiamy więc cyrkiel na 40 mm i zataczamy krótki łuk z punktu Y.

Punkt X leży równocześnie w odległości 16 mm (różnica promieni $25 - 9$) od środka osi. Gdy zatoczmy więc łuk 16 mm do przecięcia się z poprzednio wyznaczonym, to przecięcie się obu da nam poszukiwany punkt X.

Po wyznaczeniu punktów X z lewej i prawej strony, punktujemy je i zataczamy z nich łuki 9 oraz 5.

Z kolei przechodzimy do trasowania dwu linii prostych, które łączą łuk 30 z łukiem 6. Przedłużenie linii daje nam przecięcie z osią, oznaczone wymiarem 18. Bierzemy w cyrkiel połowę i oznaczamy w lewo i w prawo po 9 mm od środka osi. Przykładamy teraz linię i łączymy znaleziony punkt linią prostą, stycznie do łuku 30. Punkt styczności wypadnie nie na osi lecz nieco poniżej, dla zachowania pravidła opisanego na rys. 76 a.

Pozostaje nam jeszcze ostatni łuk 6, zatoczony z punktu Z. Łuk ten ma za zadanie połączyć wytrasowaną prostą z łukiem 15. Poszukiwany punkt Z leży więc w odległości 6 mm od prostej i 21 mm (suma promieni $15 + 6$) od środka osi. Rysujemy mały odcinek łuku o promieniu 21 mm a następnie nastawiamy cyrkiel na 6 mm i od danej prostej rysujemy w dwu dowolnych punktach łuki 6 mm, co pozwala nam na dokładne narysowanie pomocniczej prostej równoległej do danej. Przecięcie pomocniczej prostej z łukiem 21 da nam punkt Z. Przedmiot jest teraz prawidłowo wytrasowany.

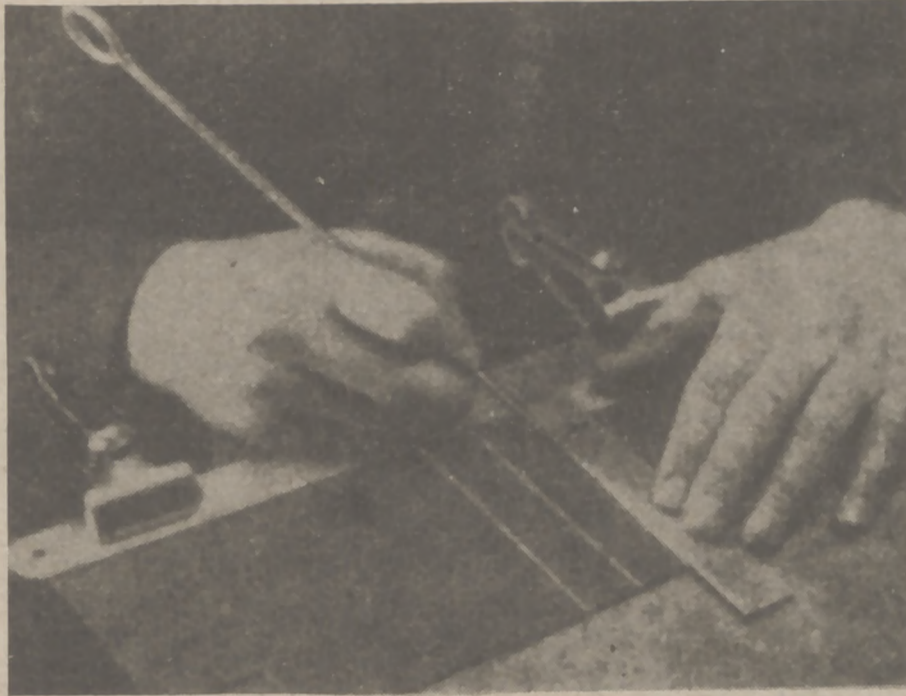
Jeżeli mamy wykonać kilka sztuk takich samych to trasujemy w/g szablonu (rys. 79), którym może być pierwszy, wykonany dokładnie przedmiot.

2. Trasowanie przestrzenne

Do trasowania przestrzennego potrzebujemy oprócz wymienionych narzędzi jeszcze igłę traserską i dokładną płytę.

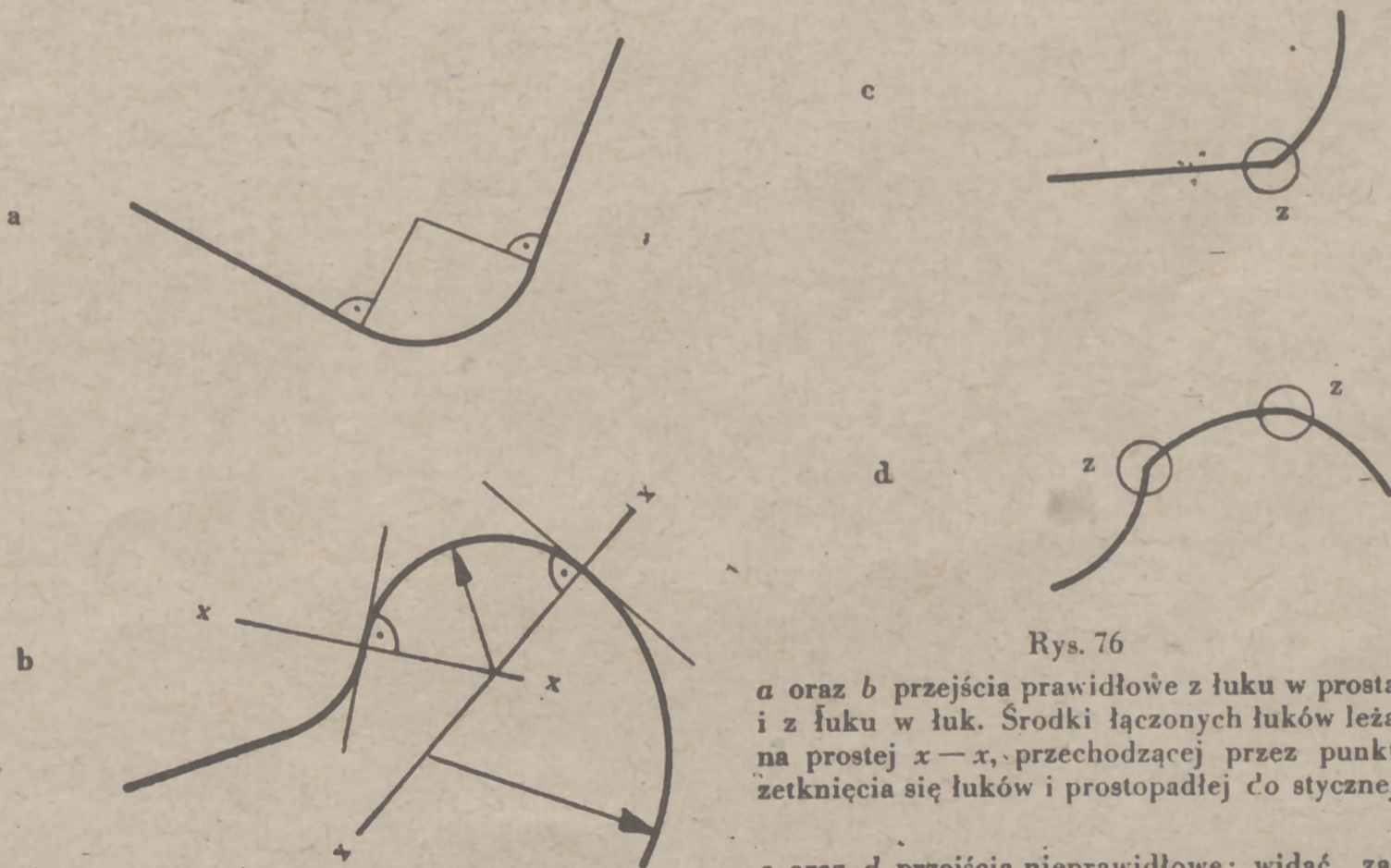
a. Igła i płyta traserska. Igła traserska składa się z podstawki i umocowanego w niej słupka, po którym można przesuwac mały suporcik. W suporcie zamocowana jest stalowa igła, zgięta pod kątem prostym w kształcie litery L. Oba końce igły są zastrzone.

Ostrze igły możemy ustawić wyżej lub niżej przez skręcanie samej igły (zagięty koniec idzie w dół lub do góry), dalej przez przesuwanie suportu po słupku (często słupek ma podziałkę, nawet z noniusem). Wreszcie można u niektórych igieł pochylać słupek (patrz rys. 80).



Rys. 75

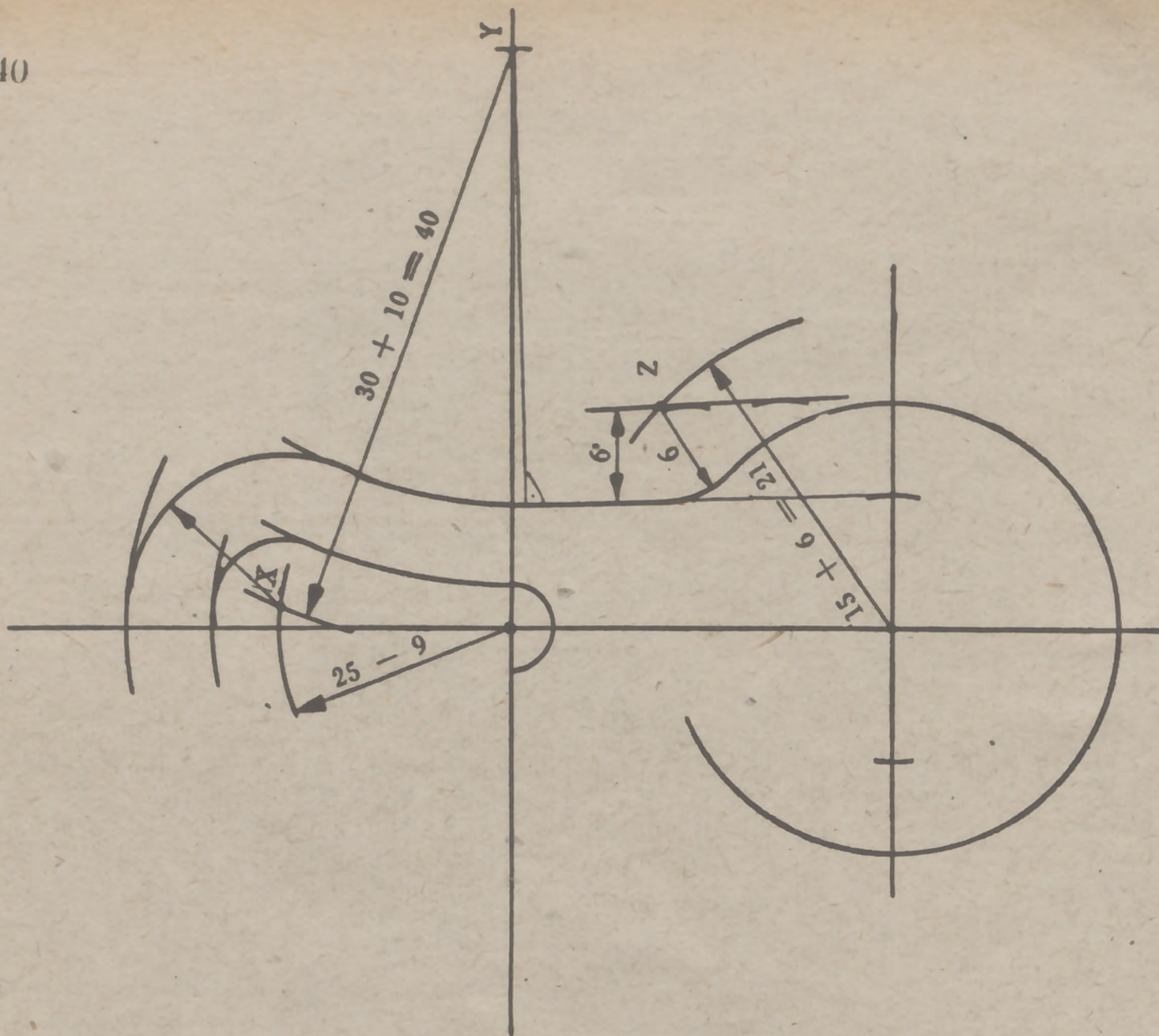
Linia umocowana imadelkami do blachy pozwala na dokładne rysowanie kąta prostego kątownikami



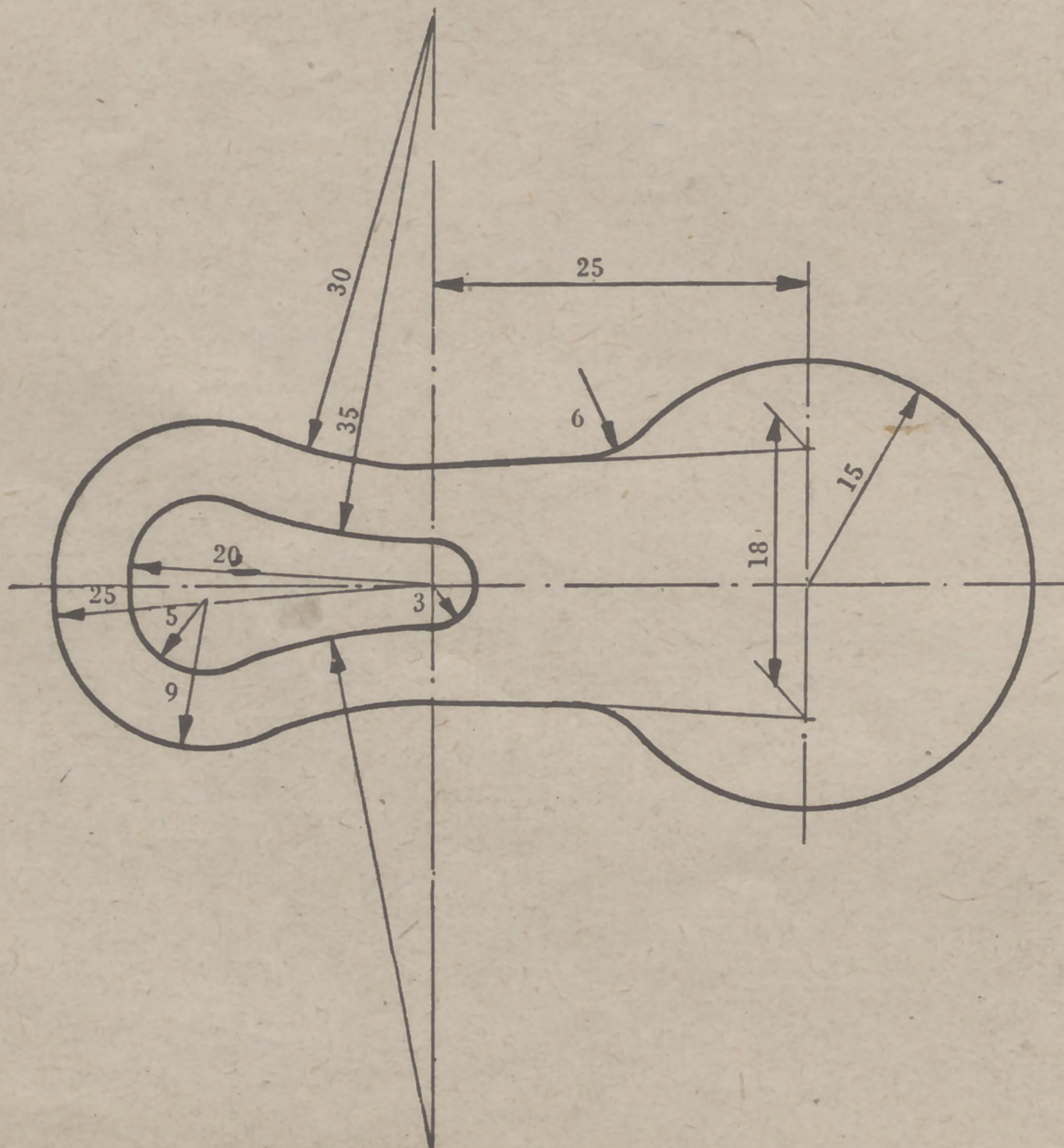
Rys. 76

a oraz *b* przejścia prawidłowe z łuku w prostą i z łuku w łuk. Środki łączonych łuków leżą na prostej $x-x$, przechodzącej przez punkt zetknięcia się łuków i prostopadłej do stycznej

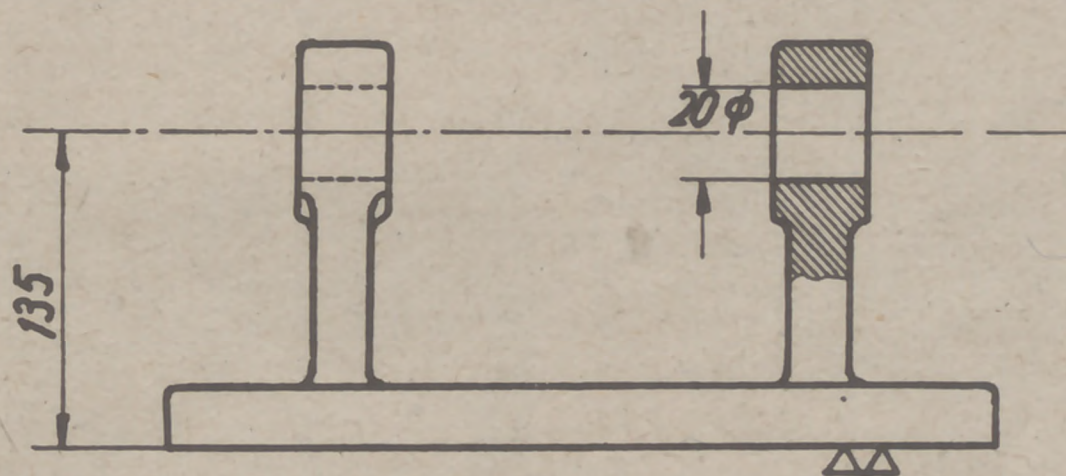
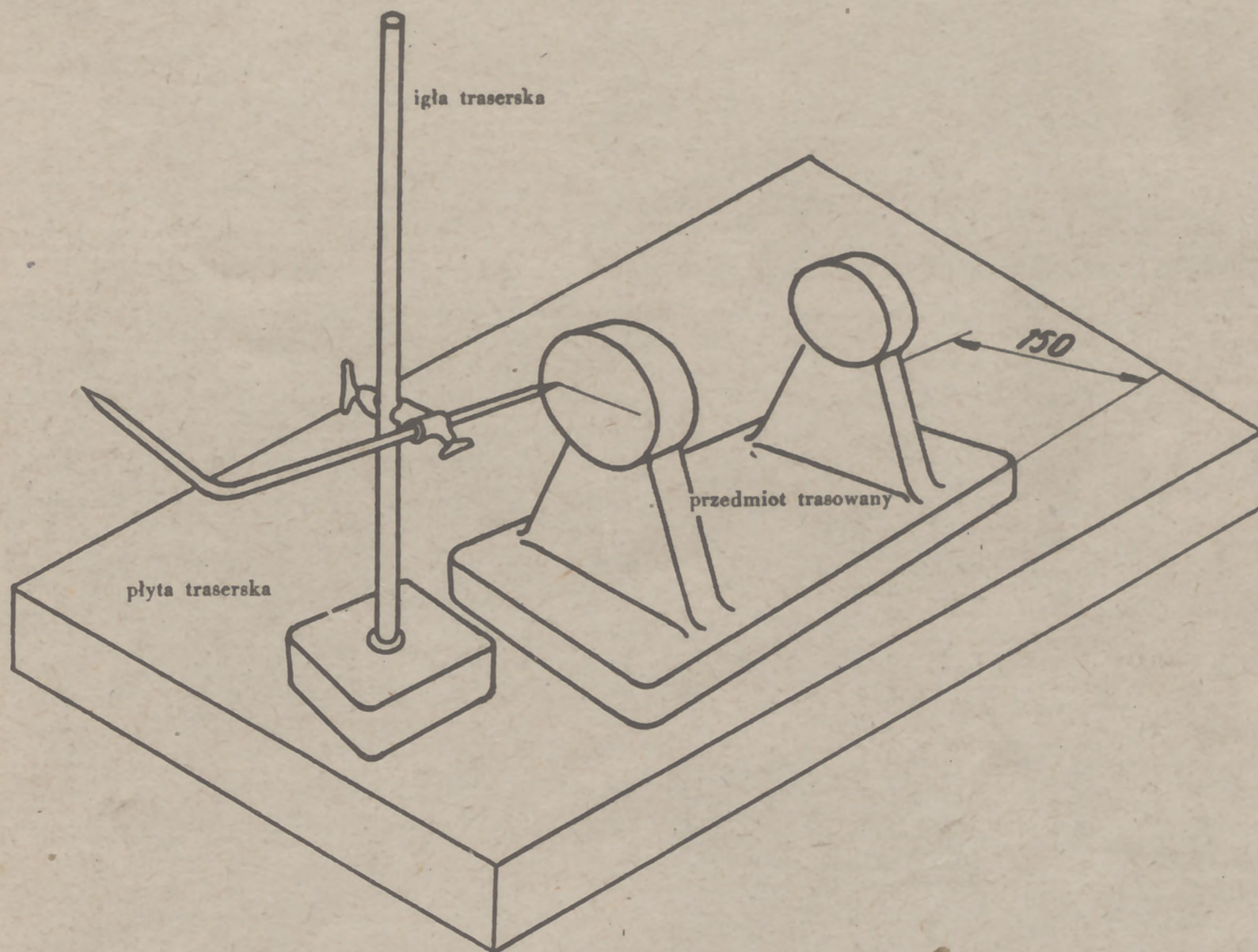
c oraz *d* przejścia nieprawidłowe: widać „zahaczenia”, oznaczone kółkami i literą *z*



Rys. 78
Przedmiot w czasie trasowania

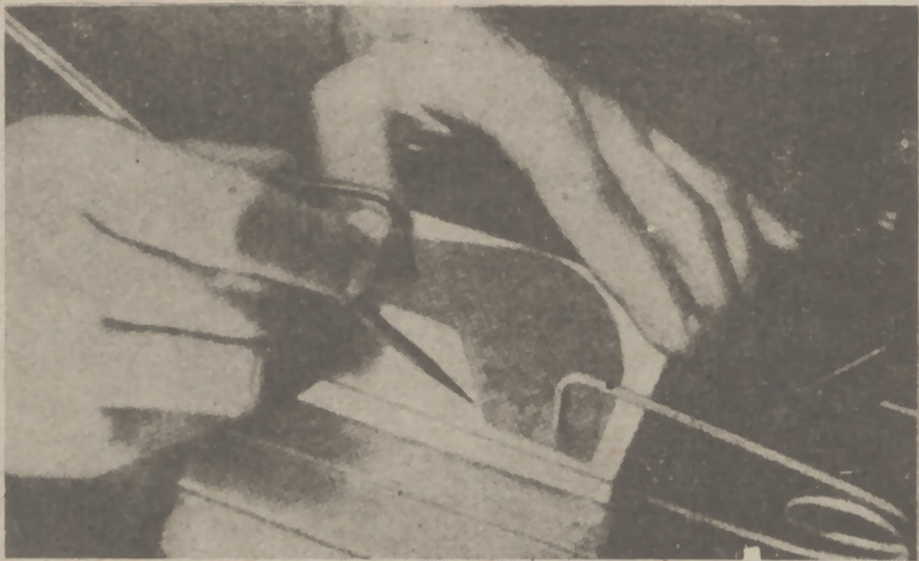


Rys. 77
Rysunek techniczny przedmiotu do trasowania

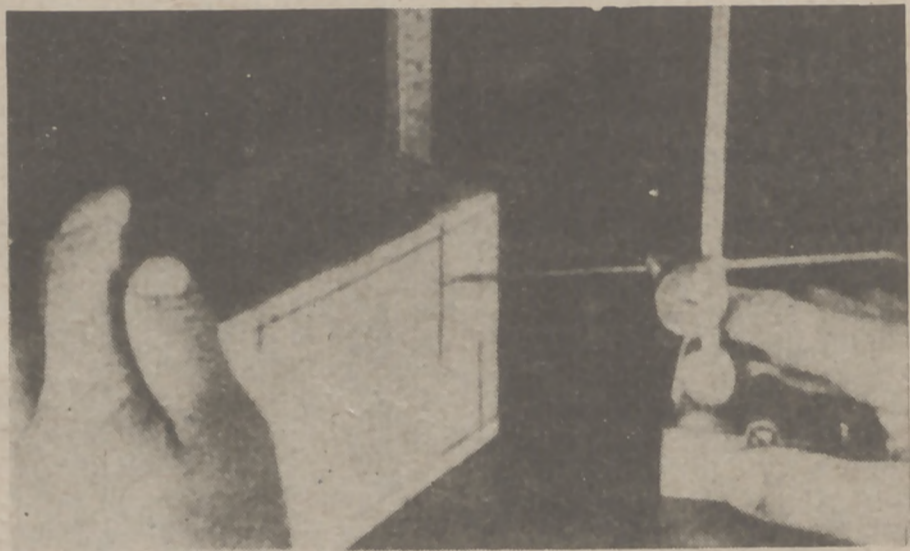


Rya. 83

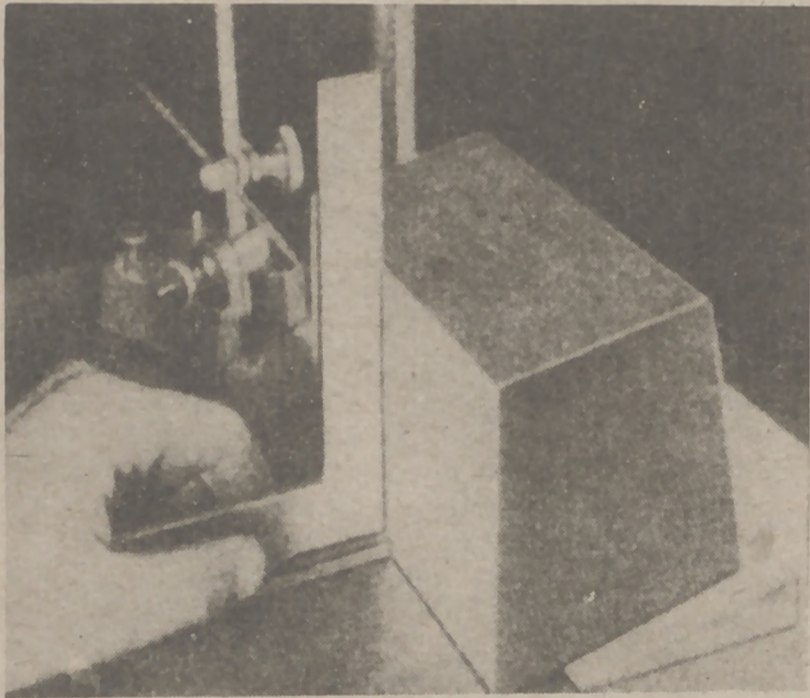
Przykład trasowania przestrzennego. Wyznaczenie środka osi na obu łożyskach za tym samym ustawieniem igły traserskiej. Spód przedmiotu jest już obrobiony



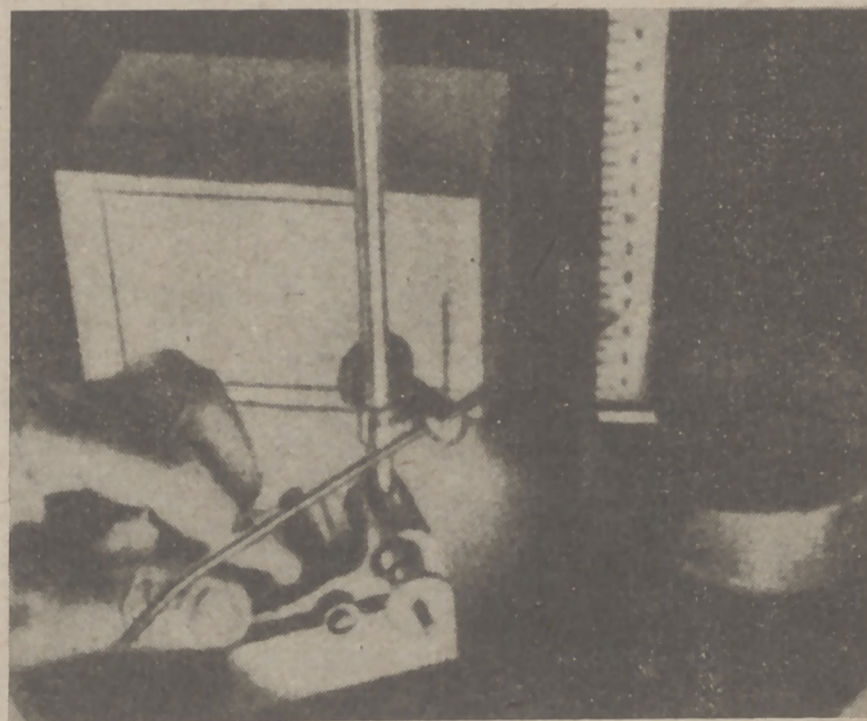
Rys. 79
Trasowanie według szablonu



Rys. 80
Trasowanie igłą traserską



Rys. 81
Ustawienie przedmiotu prostopadle na płycie
traserskiej według kątownika



Rys. 82
Ustawienie igły traserskiej według miarki
wysokościowej

Do trasowania przedmiot posiada często już jedną płaszczyznę (podstawę) obrobioną. Stawiamy przedmiot podstawą na płycie traserskiej, przyczem jeśli jest on skośny, podpieramy go klinem aż do prostopadłości, sprawdzonej kątownikiem (rys. 81).

Następnie ustawiamy ostrze igły na żądany wymiar, według miarki wysokościowej w braku tejże używamy zwyczajnej, opartej o kątownik, aby w ten sposób stała prosto.

Teraz przesuwamy igłą po płycie a ostrze igły rysuje nam linię dokładnie równoległą do obrabianej podstawy. Ostrze igły nie powinno podczas rysowania ani drżeć, ani uginać się. Dlatego nigdy nie naciskamy silnie na igłę, a prowadzimy ją lekko, aby tylko zostawiała rysę na pokreślanej płaszczyźnie. Igła nie będzie drżała, jeśli ją prowadzimy zawsze ukośnie, jak ołówek przy pisaniu, w kierunku w którym jest pochylona.

Płyta traserska (dla dużych przedmiotów będzie to „stół traserski“) wykonana jest z żeliwa i dokładnie obrobiona. Gdy stawiamy na nią przedmiot trasowany, to nigdy na krawędź, bo uszkodzi się powierzchnia płyty, tylko stawiamy delikatnie na płaszczyznę.

b. Przykład trasowania przestrzennego. Jeśli mamy np. wywiercić otwory $\varnothing 20$ w korpusie (patrz rys. 83), zależy nam na tym, aby oś otworów była równoległa do podstawy, a musimy wiercić każdy otwór z innej strony, wtedy do zapunktowania zarysujemy igłą traserską.

Ustawiamy przedmiot obrobioną podstawą na płycie traserskiej a igłę na wymiar 135 mm (wysokość do osi wzięta z rys. techniczn.) i robimy rysę w zakratowanej płaszczyźnie z lewej i prawej strony przedmiotu czyli dla obu otworów za tym samym nastawieniem igły traserskiej.

Teraz kładziemy przedmiot na boku, wyprostowujemy w/g kątownika i podpieramy klockami (patrz rys. 84) i robimy drugą rysę po ustawieniu igły na wysokość 75 mm (połowa szerokości podstawy, czyli wymiar 150 podzielony przez 2). Znowu nie wzruszając igły ani przed przedmiotem, trasujemy linie po oba otwory i otrzymujemy przecięcie dwu linii, oznaczające środek otworów. Jeżeli zapunktujemy i powiercimy dokładnie, to oba otwory będą na wspólnej osi.

Wałki do trasowania kładziemy w podstawkę pryzmatyczną (jak do wiercenia na rys. 137).

C. Obróbka przez ręczne ścinanie wióra

Ten rodzaj obróbki jest dziś już niewiele używany ze względu na małą dokładność pracy. Mimo to musimy posiadać umiejętność i narzędzia do tej obróbki, bo nie raz jest to konieczne, zwłaszcza przy naprawach. Służą nam do tego przecinaki i wycinaki.

1. Przecinak

Przecinak jest to narzędzie wykonane ze stali narzędziowej węglowej o zawartości węgla 0,8—0,9% lub ze specjalnej stali wanadowej na przecinaki. Stal z dodatkiem wanadu jest twarda i wytrzymała, zwłaszcza

na uderzenia, oraz sprężysta. W temperaturze około 800° daje się kuć. Hartowanie odbywać się powinno według przepisów huty, która wykonała daną stal.

Przecinak trzymamy w lewej ręce i pobijamy młotkiem trzymany w prawej. Możemy w ten sposób przecinać na zimno blachę i cienkie pręty (patrz rys. 85), kładąc je na kowadło, płytę, szynę itp.

Przecinak działa jak klin pod wpływem uderzeń wnika w materiał i rozdwaja go. Materiał wypychany rozchodzi się na boki i tworzy napęczniałe zgrubienie (rys. 86). Im głębiej się ostrze przecinaka zagłębiło w materiale, tym większej siły potrzeba na dalsze wbijanie przecinaka. Zatem przecinamy przedmiot nacinamy z wszystkich stron (rys. 87) i łamiemy.

Blachę po linii prostej przecinamy w imadle, gdzie przecinak prowadzimy po hartowanej szczęce (patrz rys. 88). Odcinany pasek blachy zwija się.

Blachę po linii krzywej przecinamy na płycie przecinakiem zaokrąglonym (patrz rys. 89 a i 89 b).

Przecinakiem możemy również obrabiać płaszczyznę przez ścinanie wióra (rys. 90). Należy przytem zwrócić uwagę na trzymanie przecinaka w ręku. Jeśli pochylimy przecinak zbyt silnie, to wiór robi się coraz cieńszy i odłamuje się, jak to widać na rys. 91.

Przy narzędziu zbyt wyprostowanym ostrze zagłębia się za silnie i wiór jest coraz grubszy. Wreszcie przecinak utyka w przedmiocie (rys. 92). Kąt, pod jakim prowadzimy przecinak, trzeba zatem praktycznie wypróbować i stale śledzić wzrokiem przebieg skrawania, kierując przecinak wyżej lub niżej przez pochylanie.

Gdy przecinak dochodzi do końca przedmiotu, podcinamy wiór z drugiej strony, aby uniknąć wyłupania się materiału (patrz rys. 92 a).

2. Wycinaki

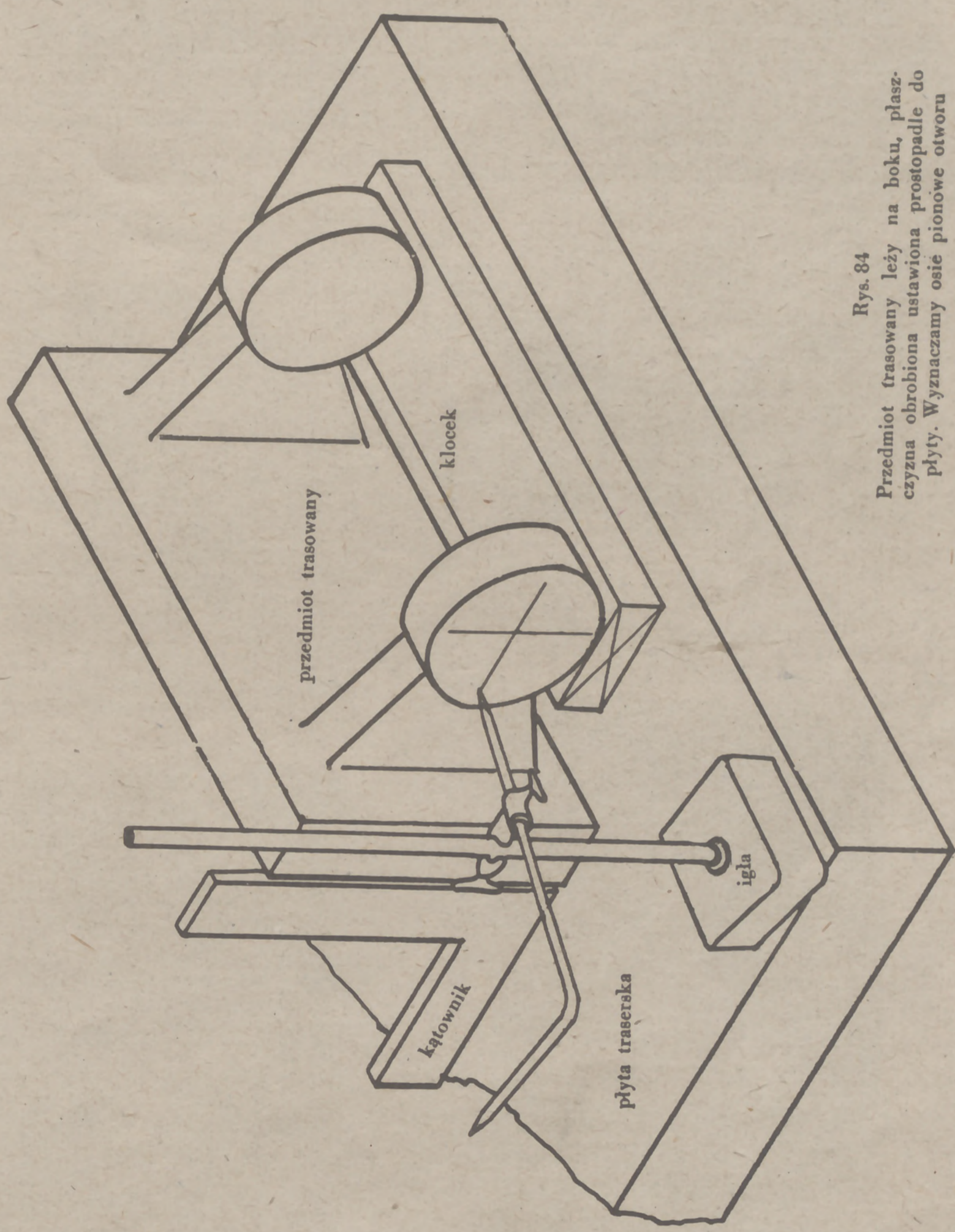
Wióry grube a wąskie wycinamy wycinakiem (rys. 93).

Do wycinania rowków i kanałów służy wycinak wygięty (rys. 94).

3. Ostrzenie przecinaków i wycinaków

Wiemy z doświadczenia, że przecinak wejdzie przy tej samej sile uderzenia głębiej w materiał, gdy jego kąt zaostrenia jest mniejszy. Na rys. 95 a widzimy przecinak o kącie ostrza 70° zaś na rys. 95 b inny o kącie ostrza 35° . W wypadku a przecinak wszedł płytko, a powstałe zgrubienie jest większe. Natomiast szerokość wycięcia jest w obu wypadkach jednakowa. Nie możemy jednak stosować do materiałów twardych narzędzia bardzo spiczastego, bo istnieje niebezpieczeństwo wyłamania ostrza.

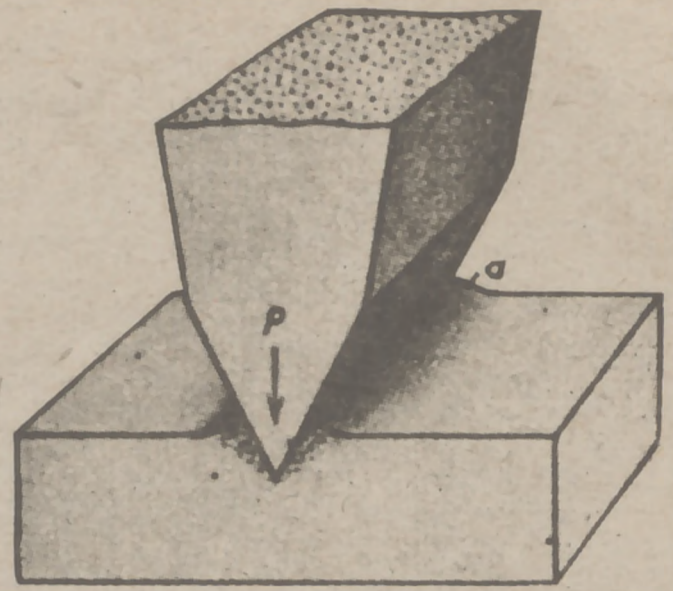
Praktycznie ustalone wielkości kąta ostrza w zależności od materiału obrabianego widzimy w tabelce:



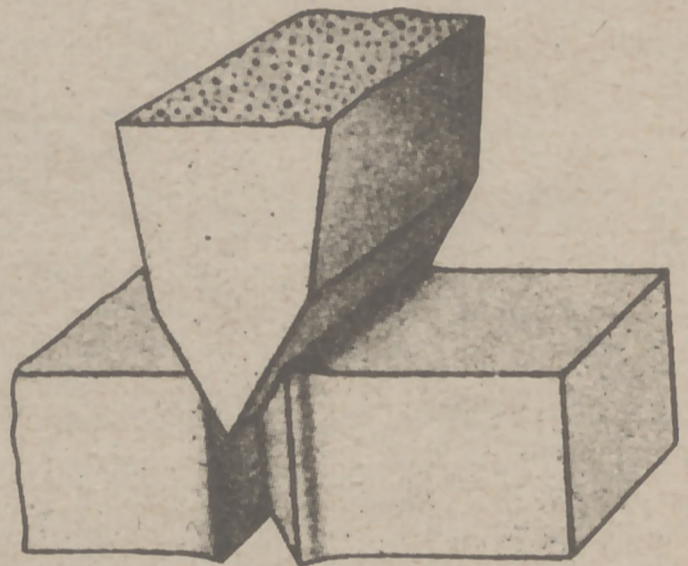
Rys. 84
Przedmiot trasowany leży na boku, płaszczyna obrabiana ustawiona prostopadle do płyty. Wyznaczamy oś pionowe otworu



Rys. 85
Przecinanie przecinakiem na kowadle



Rys. 86
Przecinak wbijany siłą P zagłębia się w materiał rozpychając go na boki. Powstaje zgrubienie a



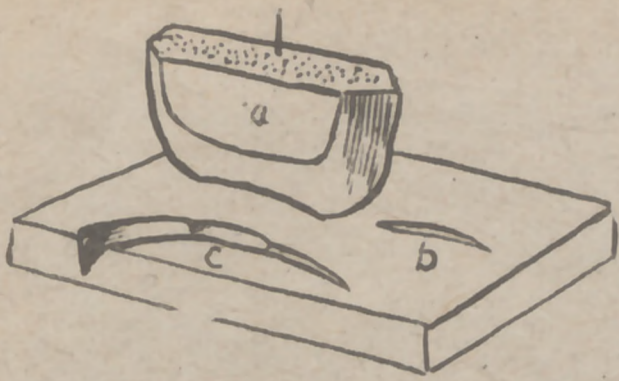
Rys. 87
Nacinanie z wszystkich stron przedmiotów i ułamanie oszczędza czas i materiał



Rys. 88
Przecinanie blachy w imadle

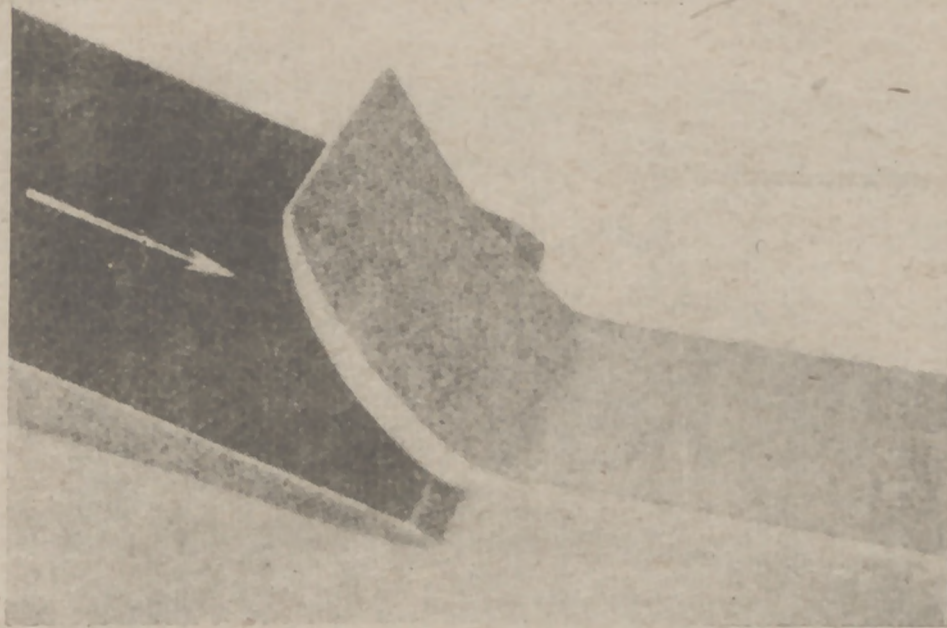


Rys. 89^a
Przecinanie blachy



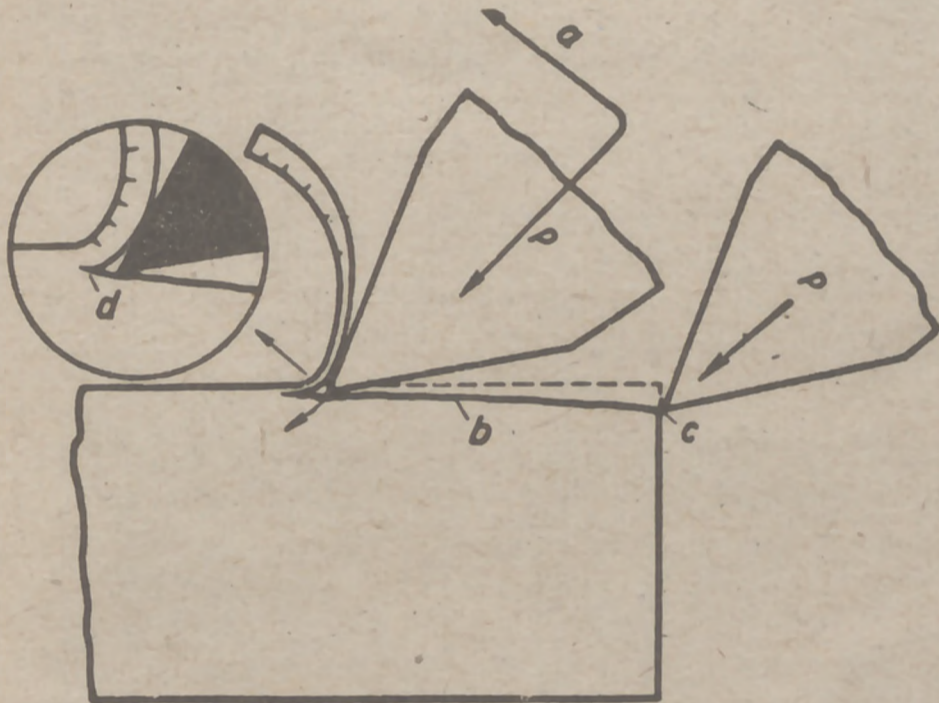
Rys. 89b

Zaokrąglone ostrze przecinaka pozwala na cięcie po linii krzywej



Rys. 90

Ścinanie wióra przecinakiem



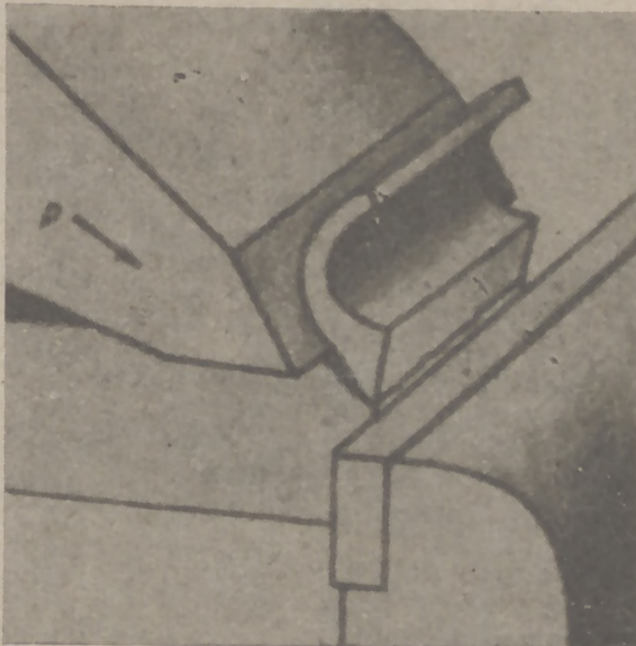
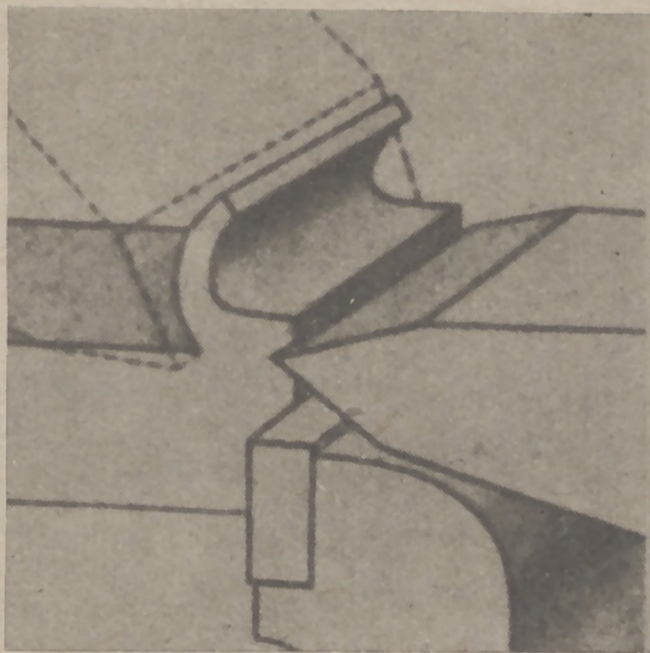
Rys. 91

Przecinak pochylony za mocno



Rys. 92

Przecinak pochylony za mało wchodzi wgłęb materiału i utyka. Należy przecinak pochylić w kierunku strzałki a



Rys. 92a

Przy skrawaniu wióra trzeba ostatnie podcięcie wykonać z przeciwnej strony w przeciwnym razie następuje wylupanie materiału



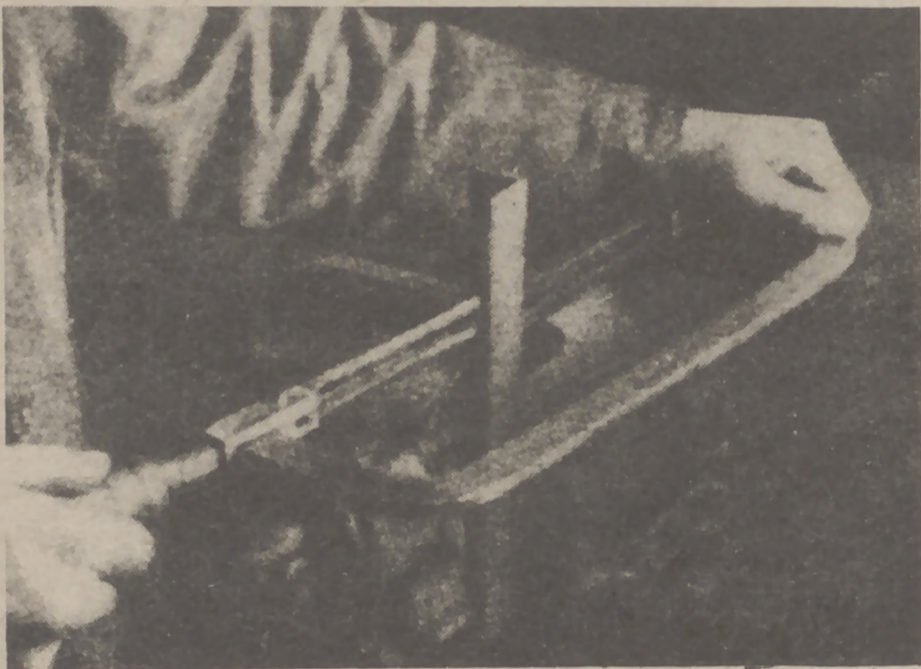
Rys. 93

Wycinanie rowka wycinakiem. Wycinak bierze wiór wąski a grubo



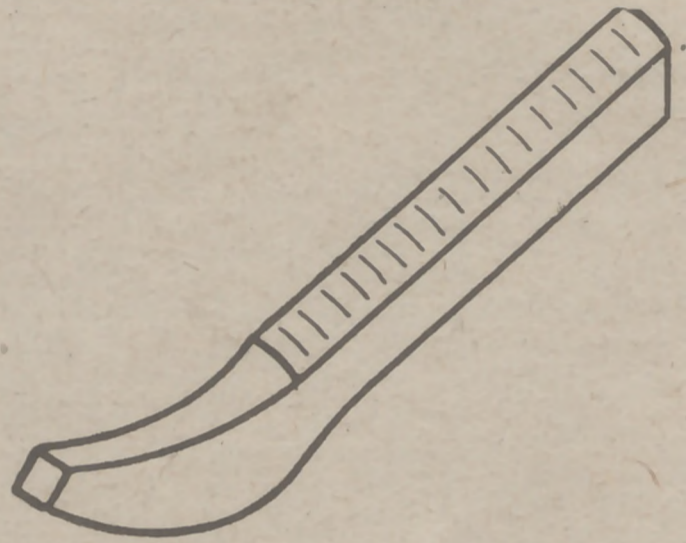
Rys. 96a i b

Główkę przecinaka trzeba stale starannie zaszlifowywać. Praca niezaszlifowanym przecinakiem grozi skałeczeniem



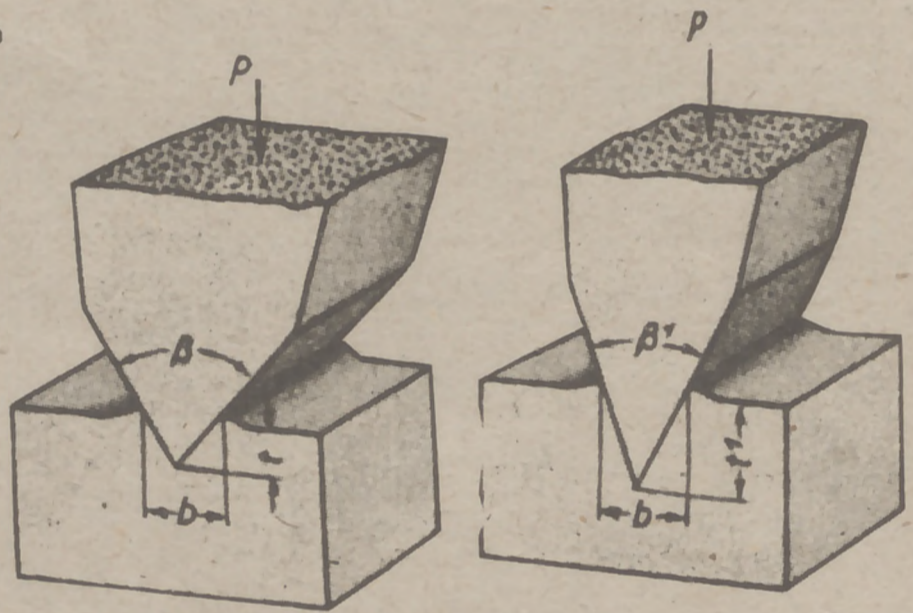
Rys. 98

Do głębokich cięć mocujemy brzeszczot prostopadle do ramki



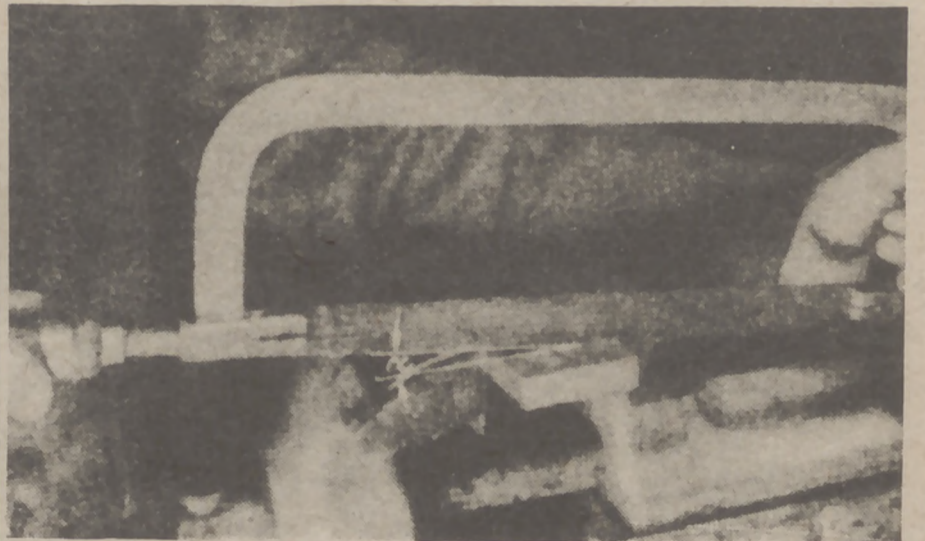
Rys. 94

Rowki na kliny robimy wycinakiem wygiętym



Rys. 95a i b

Przecinak zaostrozony bardziej szpiczasto wchodzi przy tej samej sile P głębiej w materiał. Szerokość wcięcia b mniejwięcej ta sama



Rys. 97

Brzeszczot zamocowany równoległe do ramki. Podany kąt α przy rozpoczynaniu piłowania nie może być za duży. Rozpoczęcie piłowania od tylnej krawędzi, aby nie piłować pod ostrą krawędź

Materiał	Kąt ostrza
Miękki: aluminium, mosiądz, miedź, cynk itp.	30 ÷ 45°
Sredni: blacha, drut i pręty z miękkiej stali	50 ÷ 60°
Twardy: stal twarda, żeliwo	60 ÷ 75°

Przy pewnej wprawie można kąt zaostrzenia oceniać na oko. Kto nie ma wprawy, musi używać szablonu (rys. 53).

Przy ostrzeniu szlifujemy nie tylko ostrze, ale i główkę narzędzia, która pęka od uderzeń i powoduje niebezpieczeństwo odłupania się ostrego odłamka a w następstwie tego i skaleczenia. Dlatego główkę należy starannie zaszlifowywać (rys. 96 a i 96 b).

Podczas szlifowania ostrza chłodzimy je od czasu do czasu we wodzie, bo ciepło, które się wywiązuje, może odhartować narzędzie. Poznamy to po ciemno-niebieskim nalocie na szlifowanej płaszczyźnie.

Gdy przecinak jest już krótszy niż 110 mm, przekuwamy go na dłuższy i ponownie hartujemy. Przecinaka krótszego niż 110 mm nie można już utrzymać w dłoni i istnieje niebezpieczeństwo uderzenia młotkiem w rękę, tym bardziej że przy pracy oko nasze spoczywa na ostrzu narzędzia.

4. Młotki ślusarskie

Do pobijania przecinaków i wycinaków służą młotki ślusarskie. Do lżejszej pracy używamy młotków o wadze 800 ÷ 1000 gramów, do ciężkich prac do półtora kg. Siła uderzenia młotka zależy od rozmachu i wynosi kilkaset kg, dlatego by uniknąć niebezpieczeństwa młotki są zawsze dobrze oprawione i zaklinowane.

D. Przycinanie piłką

1. Opis piłki

Dla przecięcia grubych kawałków metali używamy piłki ręcznej lub maszynowej. Piłka ręczna składa się z ramki i brzeszczotu. Ramka piłki wykonana jest ze stali i zaopatrzona jest w drewnianą rączkę i kołki do mocowania brzeszczotu. Odstęp między kołkami wynosi około 300 mm; brzeszczot możemy mocować równolegle lub, dla głębokich cięć, prostopadle do ramki (rys. 97 i 98).

Przedmiot przycinany mocujemy w imadle możliwie krótko, aby nie drżał, zaznaczamy rysą miejsce cięcia i przesuwamy piłką tam i z powrotem około 40 — 50 razy na minutę (rys. 99).

Piłowanie rozpoczynamy od zrobienia nacięcia na tylnej krawędzi przedmiotu przez lekkie nachylenie piłki, jak na rys. 97, pod kątem α (wymawiaj: alfa). Kąt ten nie może być za duży, ani też nie wolno prze-

cinać, zwłaszcza twardych materiałów pod ostrą krawędź, ze względu na możliwość wyłamania się zębów brzeszczotu.

2. Brzeszczot

Brzeszczot wykonany jest z narzędziowej stali węglowej lub stali wolframowej. Ta ostatnia jest nieco droższa, ale znacznie lepsza. Ponieważ brzeszczot jest narzędziem kosztownym, a po stępieniu trzeba go wyrzucić, dlatego ważną jest umiejętność fachowego przecinania.

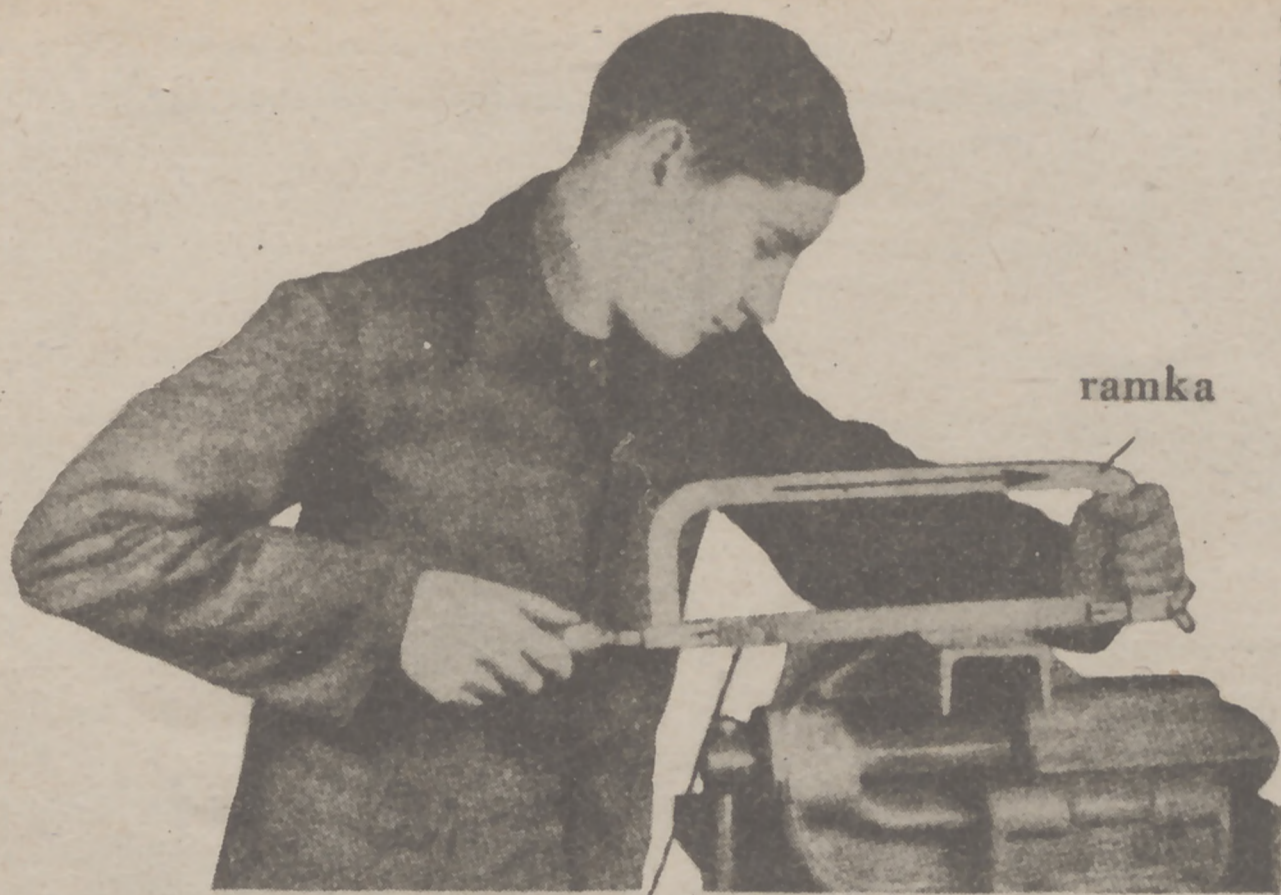
Brzeszczot posiada uzębienie skośne, czyli skrawa tylko w jednym kierunku, stąd też mocujemy brzeszczot zawsze zębami do przodu, aby te skrawały wióry przy pchaniu piłki w przód (rys. 100 a oraz 100 b).

Wielkość zębów dobieramy w zależności od materiału przecinanego. Zasada jest, że dla materiałów twardych bierzemy ząbki drobne, do miękkich większe. Wielkość zębów oznaczamy według ich ilości na długości jednego cala ($1'' = 25,4 \text{ mm}$) i stosujemy jak w poniższej tabelce:

Rodzaj zębów	Ilość zębów na 1''	Zastosowanie
Zęby grube	8	metale lekkie (aluminium)
	10	miedź
	12	skóra, tektura, ebonit
Zęby średnie	14	twarde stopy lekkie jak duraluminium itp.
	16	
	18	mosiądz
	20	stal miękka: pręty, wałki, profilowniki
	22	
Zęby drobne	24	stal miękka
	28	stal średnia
	32	stal twarda i blachy

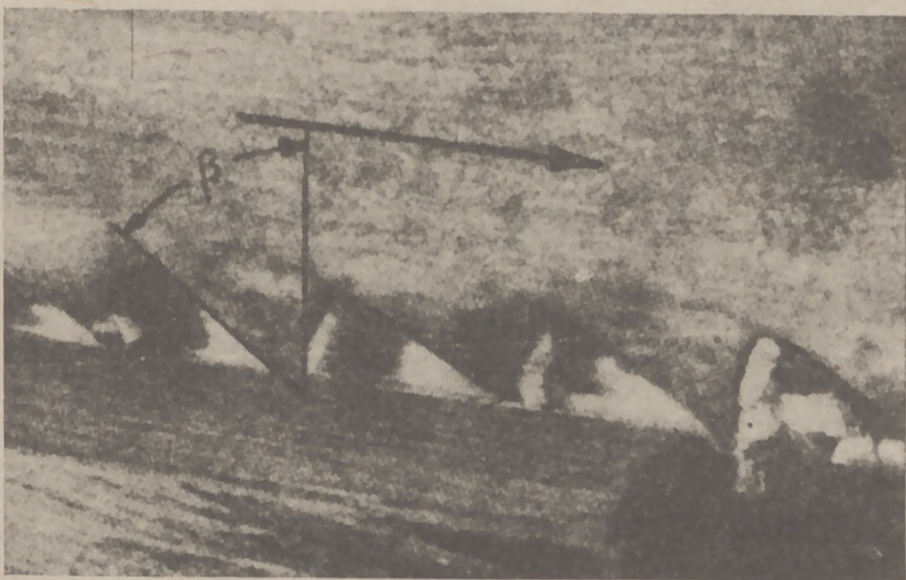
Spotykamy też brzeszczoty o drobnych zębach w przedniej części i stopniowo zwiększających się ku środkowi, jak również brzeszczoty uzębione z obu stron (brzeszczoty maszynowe).

Zęby brzeszczotu są poprzestawiane kolejno: jeden w lewo, drugi w prawo — lub u drobnych zębów cały brzeszczot jest na części uze-



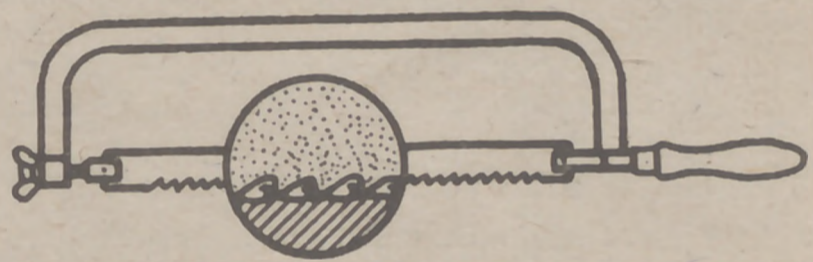
ramka

brzeszczot

Rys. 99
Przecinanie piłką

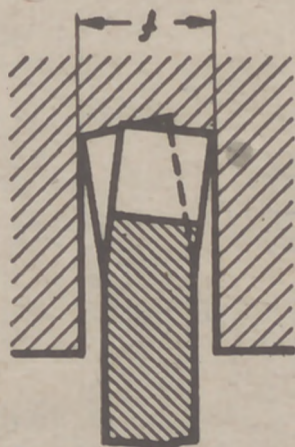
Rys. 100 a

Każdy ząb piłki skrawa mały wiórek, gdy brzeszczot przesuwany jest w kierunku strzałki



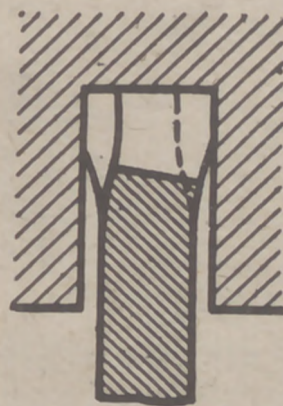
Rys. 100 b

Brzeszczot mocujemy zawsze zębami naprzód, aby skrawanie następowało gdy piłkę pchamy w przód



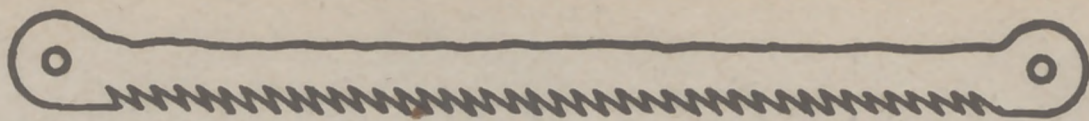
Rys. 101 a

Łęby brzeszczotu są poprzestawiane naprzeciwko siebie w lewo i prawo, przez co tył nie ociera w rowku



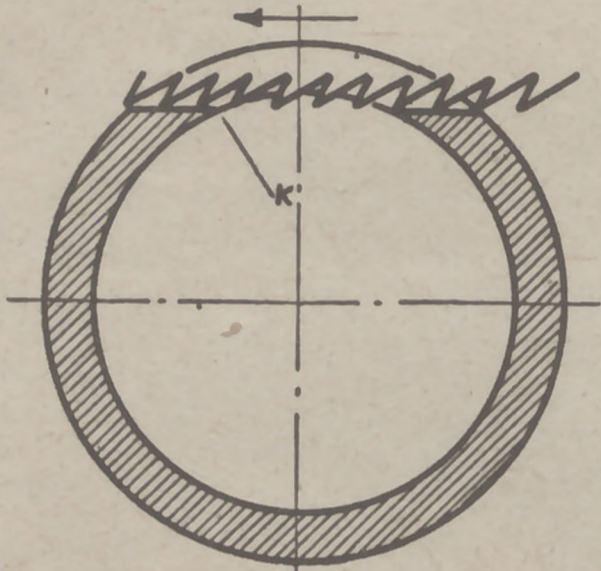
Rys. 101 b

Przy małych zębach brzeszczot jest pofalowany na części uzebionej



Rys. 102

Do piłowania piłką krzywizny zeszlifowujemy tył brzeszczotu



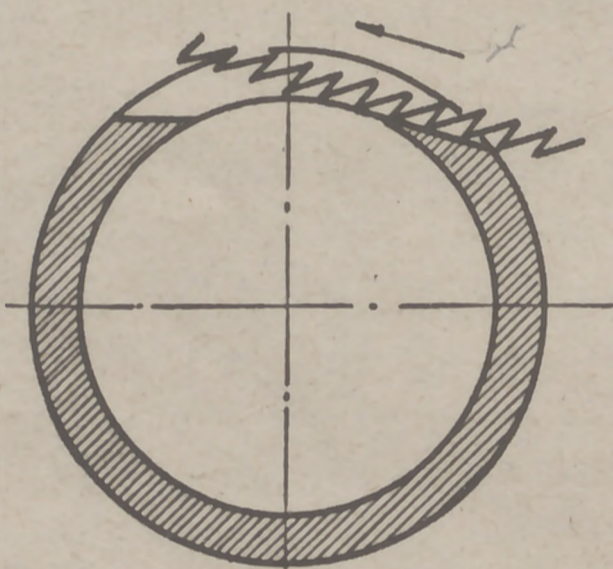
Rys. 103 a

Przy przecinaniu rury ząbki brzeszczotu idą pod ostrą krawędź *k* i wylamują się. Ostra krawędź przy przechodzeniu przez ściankę



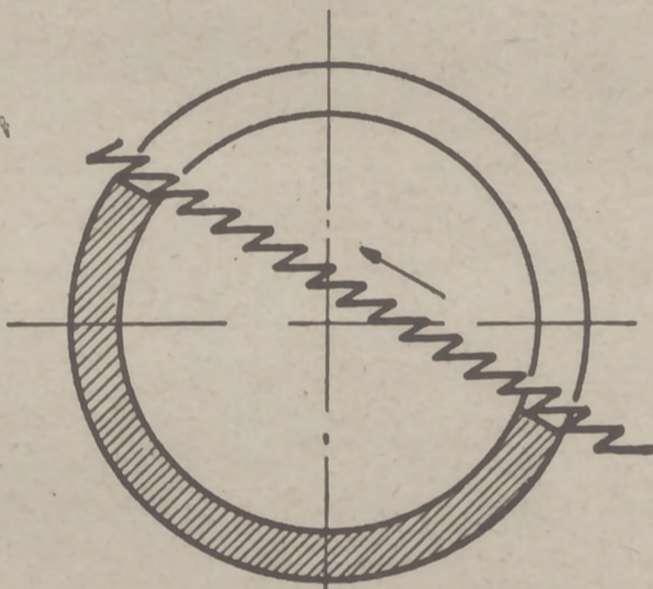
Rys. 103 b

Ostra krawędź na zewnątrz rury, przy kończeniu piłowania



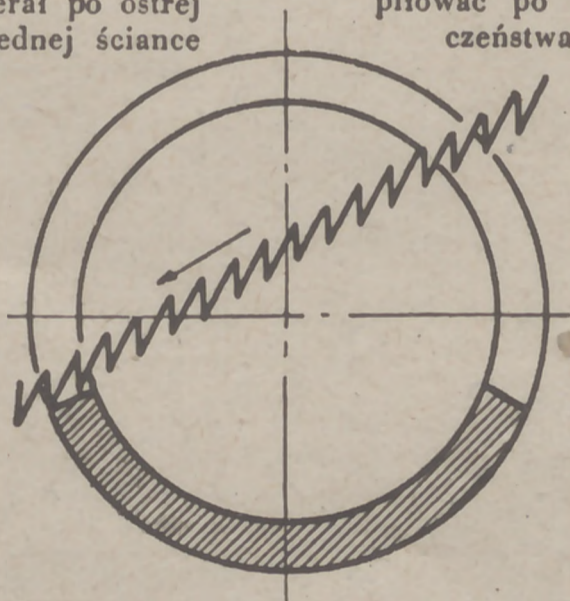
Rys. 104 a

Przy przechodzeniu do wnętrza rury pochylamy brzeszczot aby nie zadzierał po ostrej krawędzi i piłujemy tylko po jednej ściance rury



Rys. 104 b

Gdy pół rury jest przecięte, możemy znów piłować po obu ściankach rury: niebezpieczeństwa wylamania zęba już niema



Rys. 104 c

Gdy trzy czwarte rury jest już przecięte, pochylamy znowu piłkę jak strzałka na rysunku i piłujemy tak do końca

bionej pofalowany, przez co piłowany piłką rowek jest nieco szerszy niż grubość brzeszczotu. Dzięki temu tył brzeszczotu nie ociera, co pozwala na lekkie skręcanie podczas przecinania (przecinanie po krzywiźnie). Szerokość rowka wynosi u ręcznych brzeszczotów około 0,8 mm, a u grubych 1 mm (rys. 101a i 101b).

Podczas pracy zęby brzeszczotu ścierają się również z boku, przez co rowek robi się węższy. Nie wolno zatem wkładać nowego brzeszczotu do rowka rozpoczętego starym. W wypadku takim obracamy przedmiot i rozpoczynamy przecinać z innej strony.

Nowy brzeszczot należy najpierw wpracować, tj. piłować lekko i bez nacisku przez pierwszych kilkanaście ruchów. Nowym brzeszczotem nie robimy nigdy nacięcia pod ostrą krawędź, tylko w takim wypadku pierwsze nacięcie robimy trójkątnym pilnikiem. Nie używamy nigdy nowego brzeszczotu do cięcia blachy lub cienkościennej stalowej rury.

Jeżeli w brzeszczocie jakiś ząb się wyłamie, to powstałą szczerbę wyszlifowujemy na szlifierce dla złagodzenia ostrych zrębów, przez co zapobiegamy haczeniu piłki przy dalszym piłowaniu.

Piłkę przesuwamy zawsze jak najdalej, od końca do końca, aby wykorzystywać całą długość brzeszczotu. Ruchy powinny być spokojne i pewne, bez szarpnięć, które wyłamują zęby z brzeszczotu.

Gdy przecinamy przedmiot długi, np. koło 200 mm, to większość zębów w ogóle nie wychodzi z przedmiotu i wióry wobec tego nie wylatują, lecz zbijają się i zapychają. Stosujemy tu nieco grubsze zęby niż to wynika z tabelki i od czasu do czasu wyjmujemy piłkę a szczelinę przedmuchiemy.

Nie należy oliwić brzeszczotu, gdyż wióry zlepiają się i zapychają.

Gdy piłką trzeba ciąć krzywizną, zeszlifujemy tył brzeszczotu, jak to widać na rys. 102. Podczas szlifowania chłodzimy, aby go nie wyżarzyć. Brzeszczotem zeszlifowanym piłujemy bardzo ostrożnie, bo może on łatwo pęknąć.

3. Różne rodzaje przecinania

a. **Twarda stal.** Przy piłowaniu twardej stali poruszamy piłką bardzo wolno, około 30 — 40 razy na minutę i bez naciskania, w przeciwnym razie brzeszczot się tępi. Przekroje prostokątne piłujemy w poprzek, tj. po krótszym boku.

b. **Blacha.** Do piłowania blachy bierzemy zawsze brzeszczot o drobnych zębach, albo brzeszczot stary. Blachę mocujemy krótko, aby cięcie było zawsze tuż przy szczęce imadła. Przy piłowaniu blachy nie naciskamy na piłkę.

c. **Rury.** Przy przecinaniu rury, zwłaszcza cienkościennej i z twardego materiału, istnieje niebezpieczeństwo zahaczenia zębami piły o ostrą krawędź w momencie, gdy przechodzimy przez ściankę do wewnątrz rury (rys. 103a) i drugi raz, gdy rura jest na trzy czwarte przecięta (rys. 103b). Przy dużych średnicach i ściance co najmniej 4 mm grubej, okrę-

camy rurę każdorazowo o kawałek na przód, gdy brzeszczot przechodzi przez ściankę na wylot.

Przy rurach o małej średnicy i cienkich ściankach uzyskujemy to samo przez pochylanie piłki, tak aby nigdy nie piłować pod ostrą krawędź (rys. 104 a, b, c).

Ucinanie rury, czy wałka o grubej średnicy wymaga wprawy, bo najczęściej nie można zrobić rysy i trzeba przecinać „na pamięć”. Przy przecinaniu płaskownika, kątownika itp. zawsze zaznaczamy rysą miejsce ucięcia, nawet na dwóch ścianach.

d. Stal hartowana. Czasem trzeba przeciąć piłką twardą stal hartowaną bez wyżarzania jej (np. trzonek wiertła). Ponieważ przy takiej pracy zębki piłki zniszczą się, piłujemy więc początkiem brzeszczotu (kilkoma pierwszymi zębami tuż przy rączce).

E. Piłowanie pilnikami

1. Rodzaje pilników

a. Różne nacięcia. Pilniki dzielimy ze względu na rodzaj nacięcia na zdzieraki, równiaki, gładziki i tarniki.

Zdzieraków używamy do piłowania stali, gdy skrawana warstwa wynosi ponad 0,5 mm. Wydajność pracy jest przy tym pilniku duża, ale na obrabianej powierzchni pozostają dość głębokie rysy.

Jest to dopuszczalne, gdy obrabiana powierzchnia nosi na rysunku technicznym znak ∇ (∇ = zdzierać, patrz rys. 105).

Przy piłowaniu warstwy poniżej 0,5 mm, gdy chcemy jednocześnie otrzymać gładką powierzchnię, zaznaczoną na rysunku znakiem $\nabla\nabla$ ($\nabla\nabla$ = gładzić), to stosujemy pilnik gładzik (rys. 106).

Równiaki stanowią typ pilnika pośredni między zdzierakiem a gładzikiem.

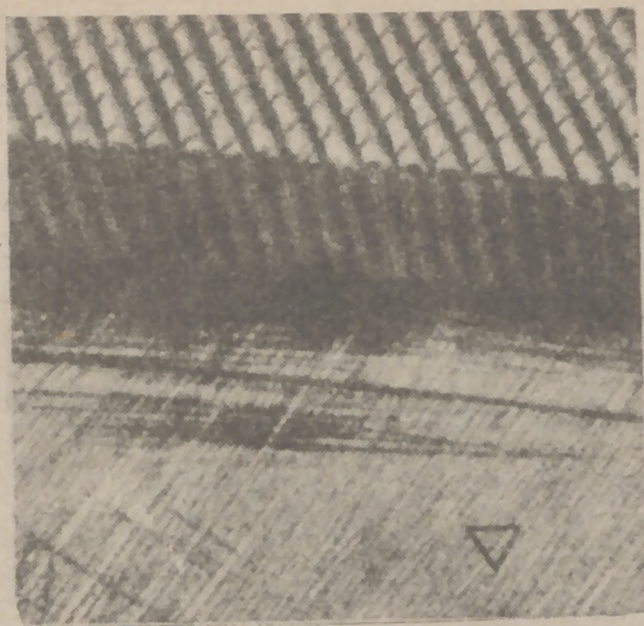
Do metali miękkich, jak aluminium, cyna, miedź itd. używamy tarników, które mają bardzo duże zęby (rys. 107). Tarnik posiada grube, gryzowane rowki a na nich drobne zacięcia do łamania wiór. Do drzewa, skóry i rogu używają stolarze, szewcy i kowale tarników z naciętymi pojedynczymi ząbkami (rys. 108).

Zęby pilnika składają się z dwóch skrzyżowanych nacięć: dolnego i górnego. Pilniki, odkute z narzędziowej stali węglowej o zawartości węgla 1,2 — 1,4%, otrzymują w stanie miękkim (żarzonem) najpierw nacięcie dolne, przez struganie lub nacinanie narzędziem zbliżonym do przecinaka na specjalnej maszynie.

Uderzenia tego przecinaka nie są prostopadłe do pilnika, lecz ukośne, a poza tym ostrze przecinaka jest skrzyżowane do osi pilnika o kąt 70° (rys. 109).

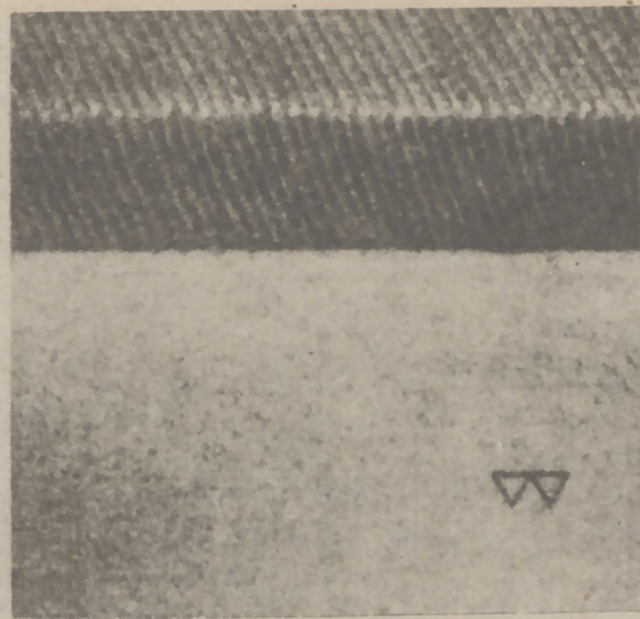
Drugie nacięcie (górne) jest skrzyżowane w drugą stronę i pod mniejszym kątem (około 55°).

Oba nacięcia dają w sumie szereg małych ostrz, z których każde skrawa podczas pracy mały wiórek.



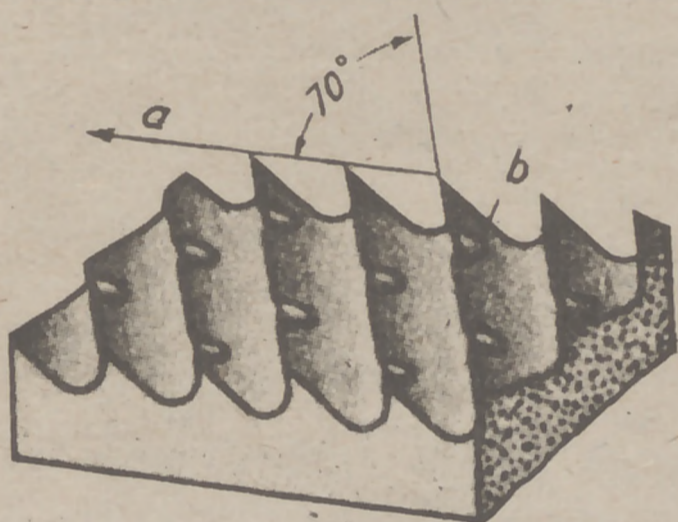
Rys. 105

Pilnik — zdzierak i powierzchnia zdzierana



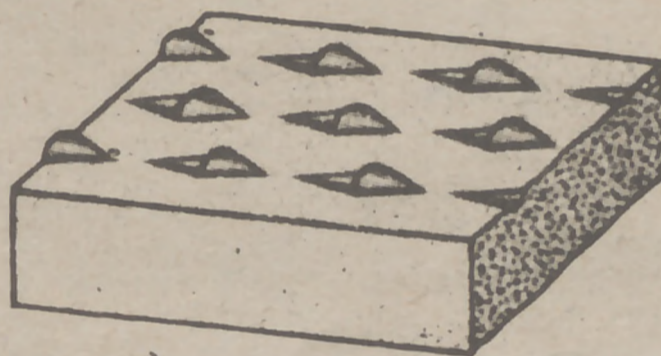
Rys. 106

Pilnik — gładzik i powierzchnia gładzona



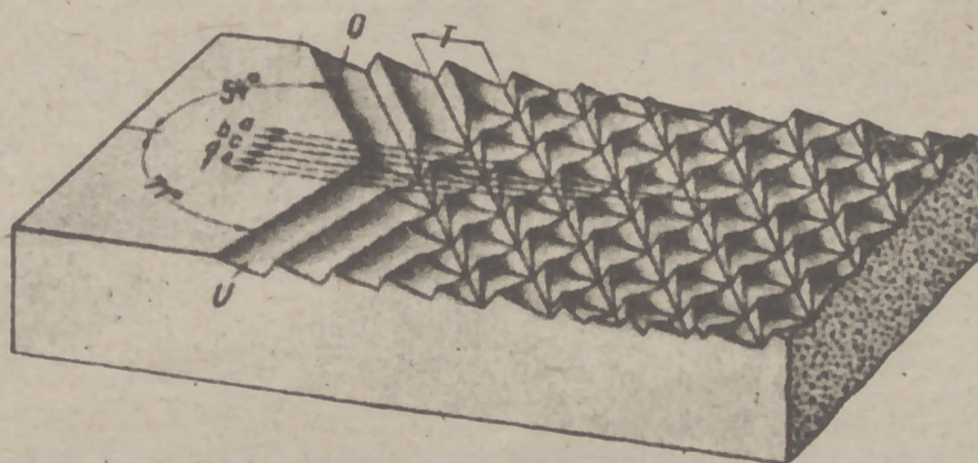
Rys. 107

Ostrza tarnika do metali miękkich



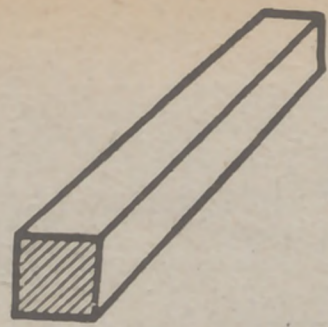
Rys. 108

Ostrza tarnika szewskiego, używanego do skóry, drzewa, kopyt itp.

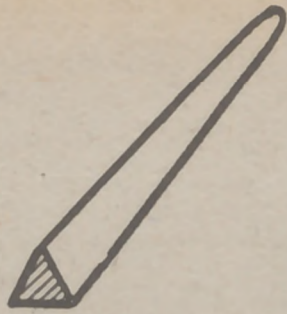


Rys. 109

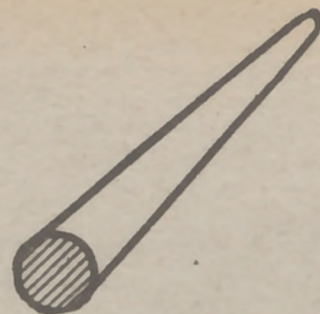
Dolne i górne nacięcie pilnika: T odległość między zębami, U nacięcie dolne, O nacięcie górne. a, b, c, d. Strzałki pokazują, że ostrza nie leżą na jednej prostej, równoległej do osi pilnika, lecz obok siebie. Każde ostrze pilnika skrawa wiórek po innej linii



kwadratowy



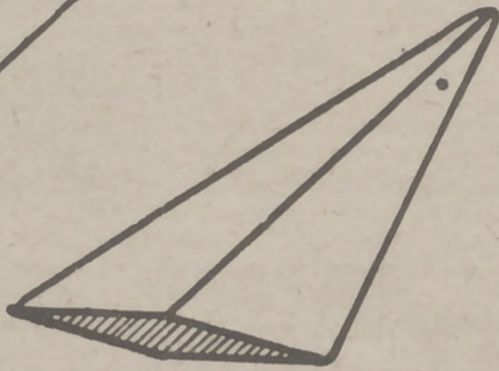
trójkątny



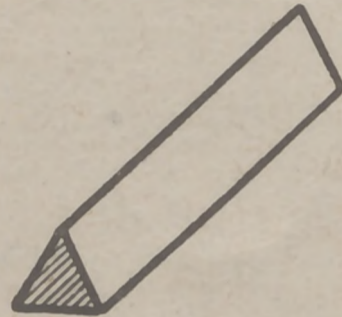
okrągły



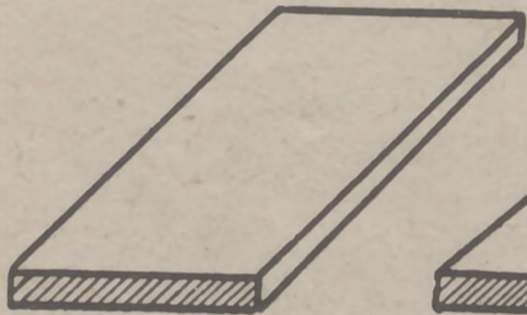
nożowy



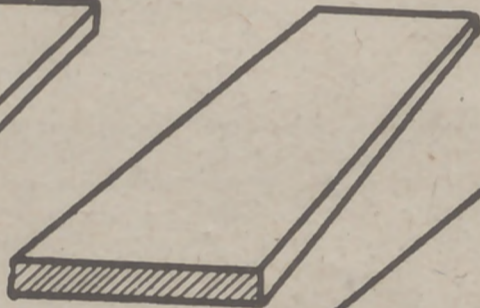
mieczowy



trójkątny do pił



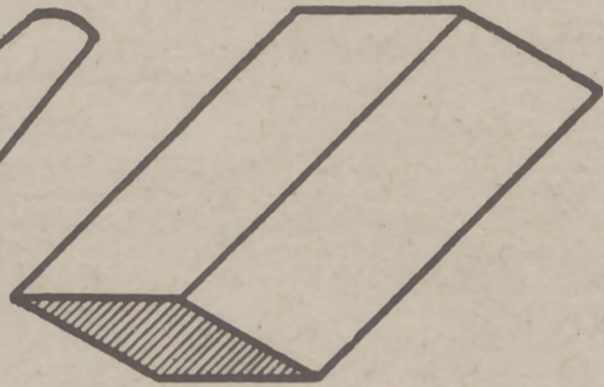
płaski



płasko-zbieżny

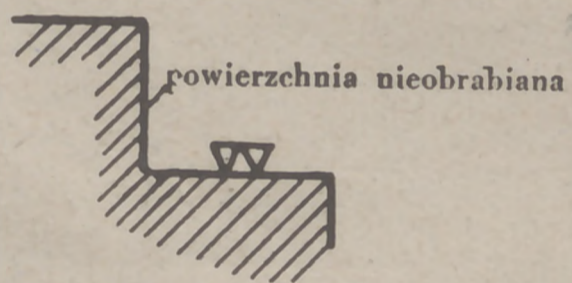


półokrągły



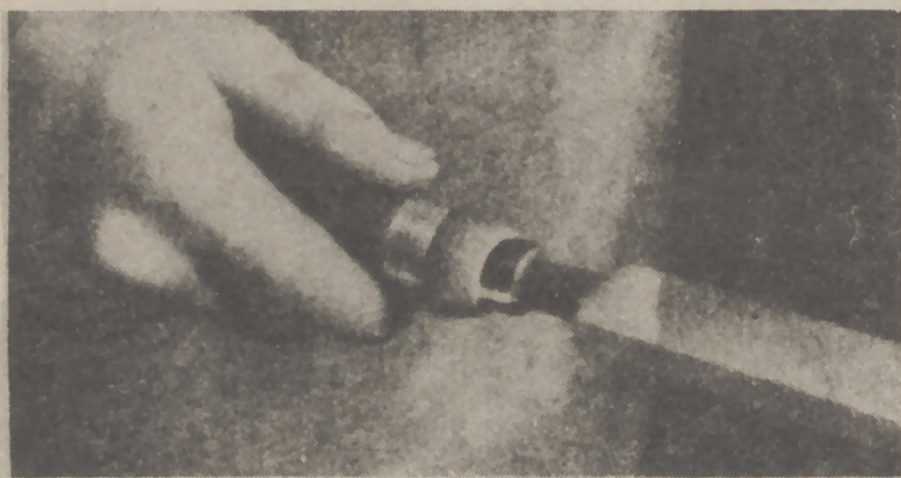
trapezowy

Rys. 110
Kształty i nazwy pilników



Rys. 111

Piłowanie płaszczyzny bez uszkodzenia drugiej, prostopadłej, jest możliwe tylko przy pilniku o jednej gładko szlifowanej płaszczyźnie



Rys. 112

Duży pilnik trzymamy prawą ręką za rączkę, kciukiem na wierzch



Rys. 113

Lewa ręka trzyma za wierzch części pracującej dużego pilnika

Pilniki po nacięciu podlegają hartowaniu i oczyszczaniu. Twardość pilnika jest wówczas bardzo duża, lecz u stali węglowych wraz z twardością rośnie i kruchość; trzeba więc uważać, bo pod uderzeniem pilnik łatwo pęka. W Polsce produkowano również pilniki chromowane po hartowaniu. Cienka warstwa chromu chroni ostrze pilnika przed rdzewieniem, oraz wygładza rowki między ostrzami, co uniemożliwia wiórkom z miękkich metali zakleszczanie się między ostrzami.

Pilniki stępione można dać do fabryki pilników do ponownego nacięcia. Podlegają one wówczas żarzeniu, przyczem tracą twardość. Wówczas zestruguje się lub szlifuje stare nacięcie, nacina nowe i ponownie hartuje. Przez ponowne nacinanie pilnik traci na grubości, lecz po dobrym zahartowaniu jest narzędziem pełnowartościowym, jak nowy.

b) Kształty pilników. Drugi podział pilników jest ze względu na ich kształt (rys. 110). Poza wyżej przedstawionymi można spotkać jeszcze lub otrzymać na specjalne zamówienie, różne inne kształty, jak pilniki eliptyczne, ptasie ogony i inne. Wygodne, szczególnie dla spawaczy oraz przy montażach poza warsztatem są pilniki okrągłe, nacięte na rurze. Pozwala to na schowanie kilku pilników jeden w drugi.

Przy zamówieniach pilników podaje się ich długość, według której oznaczona jest też cena pilników. Tylko duże, grube pilniki, tzw. ramiennie sprzedaje się na wagę. Jako długość pilnika rozumie się długość części pracującej (bez rączki), mierzona w calach lub mm, przyczem zaokrągla się cal na równe 25 mm. Wówczas $4'' = 100$ mm, $6'' = 150$ mm itd.

Pilniki płaskie, kwadratowe i trójkątne posiadają nacięcia bądź na wszystkich płaszczyznach, bądź też tylko na dwóch lub trzech, aby można było obrabiać płaszczyznę nie raniąc drugiej, do niej prostopadłej (rys. 111).

2. Trzymanie pilników

Pilniki duże (25 do 40 cm) trzymamy prawą ręką za rączkę, kciukiem na wierzch, jak na rys. 112, a lewą ręką za koniec pilnika (rys. 113). Stajemy przy imadle pewnie i wygodnie, w lekkim rozkroku, lewą nogą na przód. Prawa ręka posuwa pilnik tam i z powrotem, lewa kieruje i dociska (rys. 114a i 114b) a tułów porusza się miarowo. Przy dużych pilnikach pilujemy powoli; wykonujemy około 30—40 ruchów na minutę.

Pilniki średnie (15—25 cm) trzymamy przez nałożenie lewej ręki czubkami palców na koniec pilnika (rys. 115). Tułów wykonuje teraz zupełnie małe ruchy, których ilość oceniamy na 40—50 na minutę.

Małe pilniczki (do 15 cm) trzymamy lewą ręką dwoma palcami (rys. 116) przyczem tułów nie porusza się wcale, a pilnik wodzimy dość szybko tam i z powrotem, około 50—60 razy na minutę.

Przy docieraniu pilnik wykonuje ruchy poprzeczne i trzymamy go wówczas oburącz za część pracującą (rys. 117).



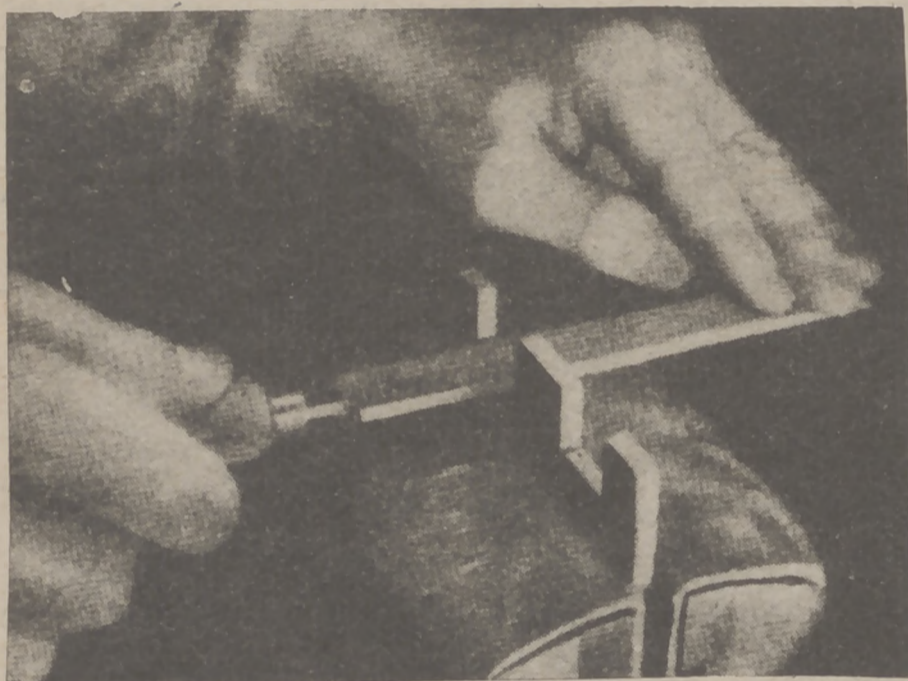
Rys. 114 a

Do piłowania stajemy w rozkroku i pchamy pilnik naprzód wykonując ruch całym tułowiem



Rys. 114 b

Pilnik przesuwamy po przedmiocie od końca aż do rączki. Ciężar tułowiu przeniósł się na lewą nogę



Rys. 115

Pilniki średniej wielkości trzyma i prowadzi prawa ręka. Dwa lub trzy palce lewej tylko naciskają



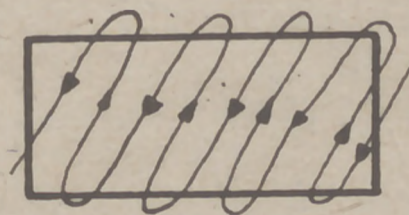
Rys. 116

Małe pilniczki trzymamy lewą ręką dwoma palcami za czubek



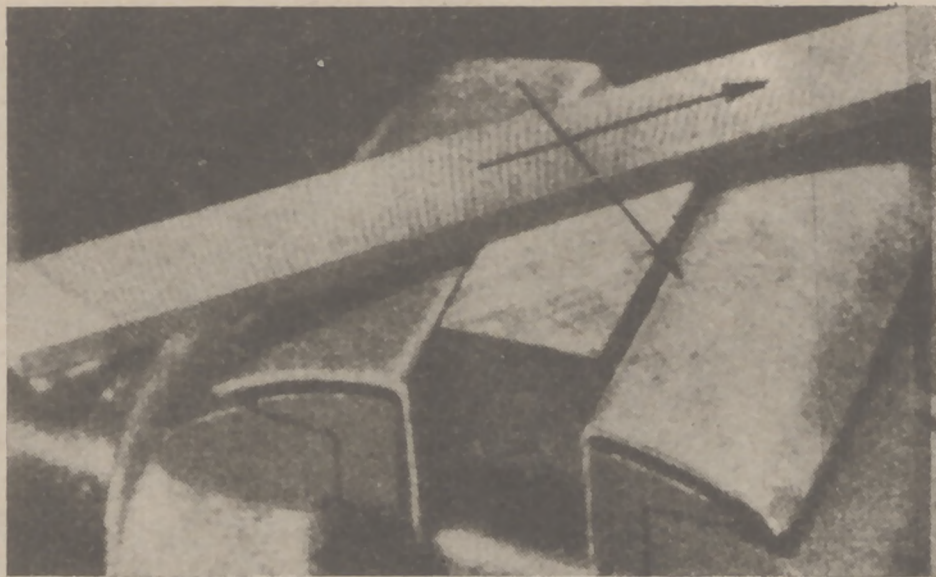
Rys. 117

Przy docieraniu trzymamy pilnik oburącz i posuwamy jak strzałki pokazują, wpoprzek pilnika

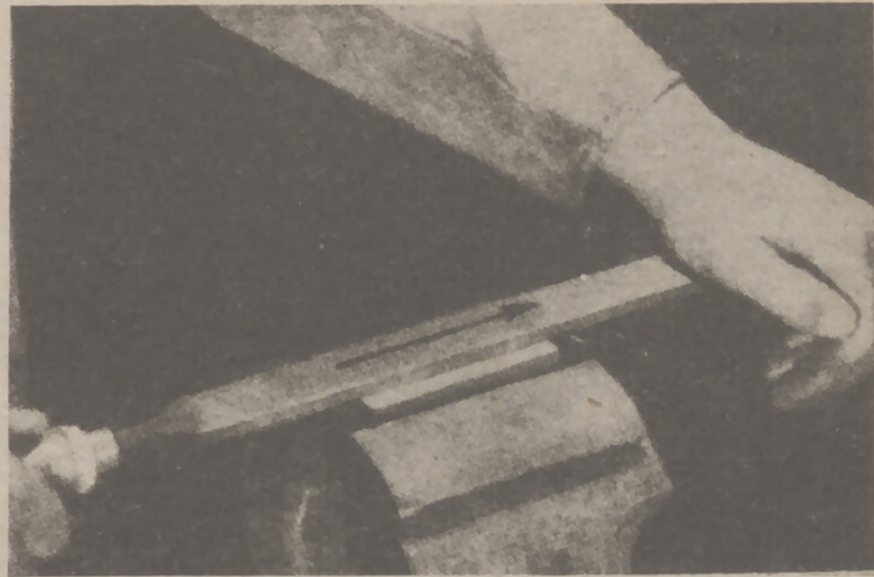


Rys. 118 a

Przy zdzieraniu prowadzimy pilnik jak linia ze strzałkami pokazuje: po przekątnej, tam i spowrotem, za każdym przesunięciem wzdłuż małe przesunięcie wpoprzek



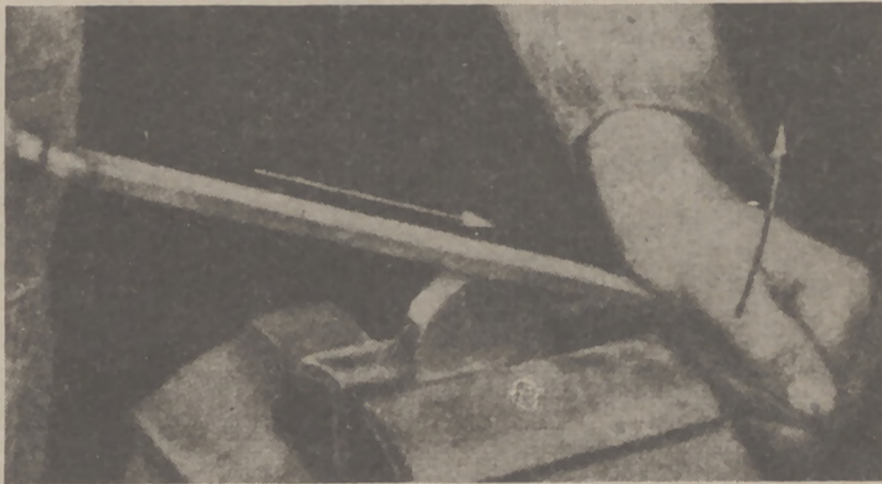
Rys. 118 b
Zdzieranie powierzchni



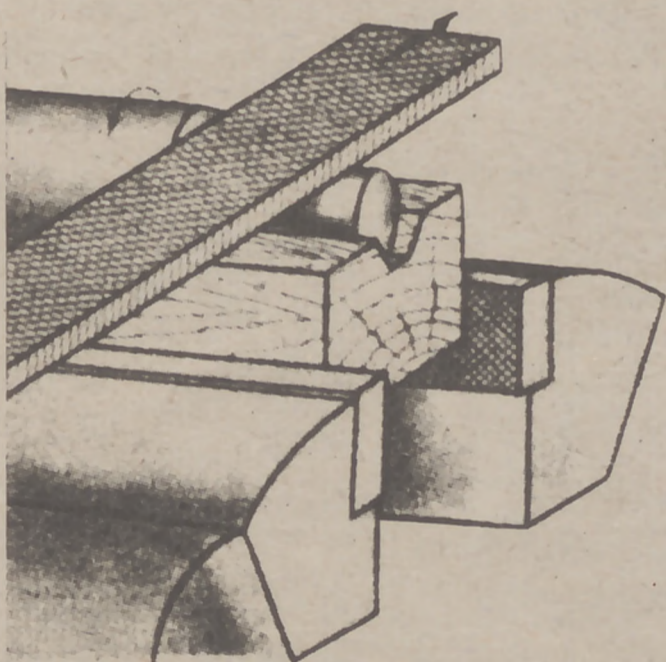
Rys. 119
Gładzenie powierzchni odbywa się wzdłuż krawędzi przedmiotu



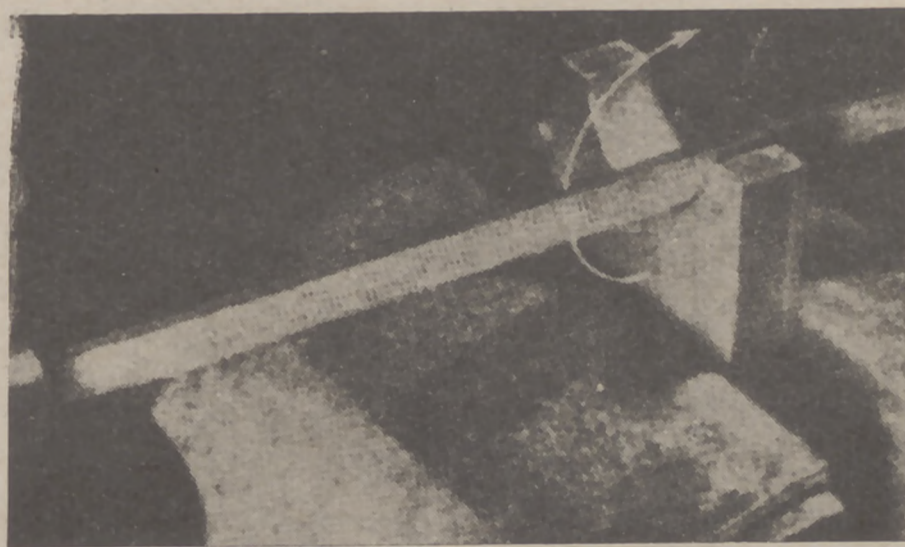
Rys. 120
Powierzchnie krzywe zdzieramy wpoprzek



Rys. 121 a
Przy gładzeniu krzywizny kolebiemy pilnikiem, zadzierając przód w górę przy posuwaniu naprzód



Rys. 121 b
Piłowanie wałka



Rys. 122
Przy piłowaniu pilnikiem okrągłym okracamy go równocześnie z posuwaniem wprzód

3. Piłowanie płaszczyzny

Podstawą umiejętności piłowania jest wykonanie pilnikiem płaszczyzny. Przeba nabyć wprawy w prowadzeniu pilnika równolegle, tj. bez kiwania nim. W miarę, jak przesuwamy pilnik na przód, należy zmniejszać nacisk lewej ręki. Ćwiczenie to rozpoczynamy przez suwanie pilnikiem po płaszczyźnie zupełnie lekko (choćby pilnik nic nie skrawał), aż do opanowania ruchu prostoliniowego.

Wówczas lekko naciskamy przy piłowaniu i po kilkunastu ruchach kontrolujemy linią czy kątownikiem równość płaszczyzny (sprawdzanie równości płaszczyzny, patrz rys. 38 i opis).

Przy zdzieraniu płaszczyzny wodzimy pilnik wzdłuż przekątnej, zaczynając od narożnika i stopniowo jadąc ku środkowi, jak to pokazuje węzowata linia na rys. 118 a.

Gładzenie płaszczyzny odbywa się wzdłuż jej krawędzi (rys. 119).

Wstępnym ćwiczeniem do piłowania płaszczyzny może być piłowanie po dwóch ramionach ceownika, zamocowanego w imadle. Kiwanie się pilnika jest wtedy niemożliwe, bo środek między ramionami ceownika jest pusty. Gdy mamy wykonać płaszczyznę a nie posiadamy jeszcze dostatecznej wprawy, mocujemy pilnik płaski przez ochraniacze w imadło, i suwamy przedmiotem po pilniku. Osiągnięcie płaszczyzny jest wtedy łatwiejsze, ale piłowanie to jest mało wydajne, bo trzeba stale usuwać wióry z pilnika.

4. Piłowanie krzywizny

Zdzieranie powierzchni krzywej odbywa się w poprzek (rys. 120), natomiast gładzenie wzdłuż krzywizny, przy czym pilnik kolebie się w odwrotną stronę niż krzywizna (rys. 121 a).

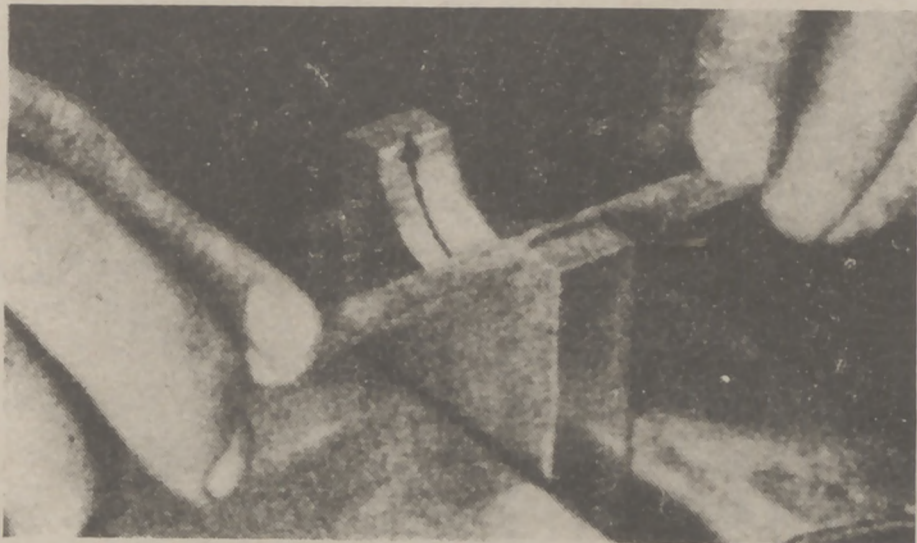
Przy piłowaniu wałka mocujemy w imadło pryzmat z drzewa i lewą ręką okręcamy w nim wałek, a drugą prowadzimy pilnik (rys. 121 b). Metoda ta jest mało wydajna i stosujemy ją tylko wtedy, gdy niema możliwości toczenia.

5. Rozpiłowywanie pilnikami okrągłymi

Pilniki okrągłe i półokrągłe nie posiadają na swej powierzchni wypukłej nacięć skrzyżowanych, lecz tylko smugi nacięć pochylone na przemian w lewo i prawo. Ostrza takie zbierają całą szerokością i nie ma zatem łamania wiórów. Dlatego pilnikami okrągłymi i półokrągłymi pokręcamy w czasie pracy, tj. jak gdyby wśrubowujemy pilnik przy zdzieraniu (rys. 122).

Przy gładzeniu powierzchni wklęsłych zwłaszcza dużych wymiarów, stosujemy docieranie pilnikiem przez przesuwanie go oburącz wzdłuż krzywizny (rys. 123).

Przy pilnikach okrągłych i półokrągłych należy pamiętać, że one ku końcowi zwężają się, czyli posiadają inny łuk w środku, a inny na



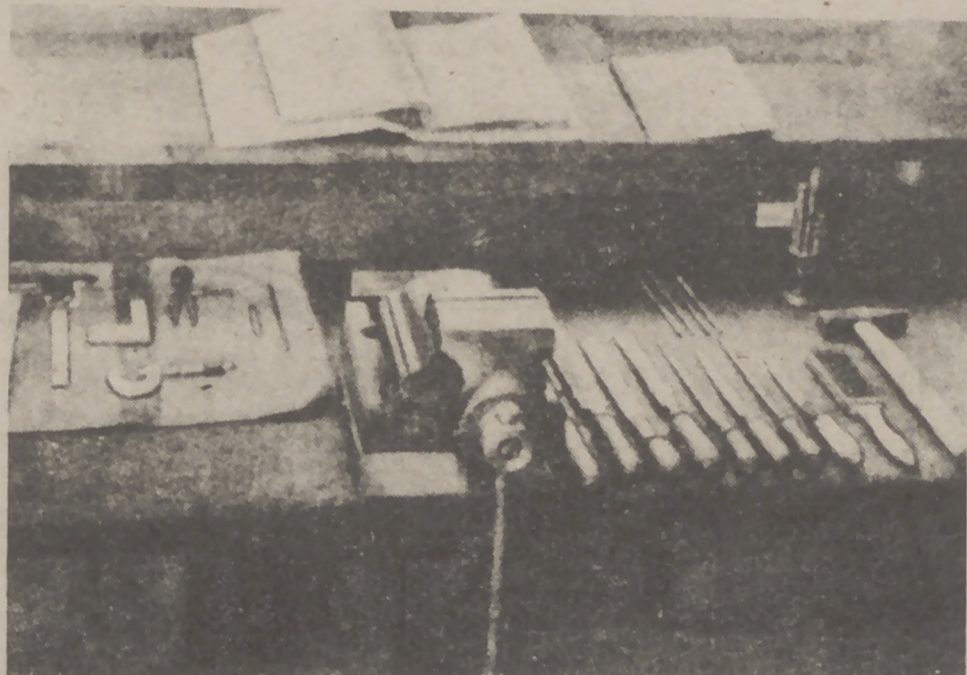
Rys. 123
Powierzchnie wklęsłe gładzimy przez docieranie



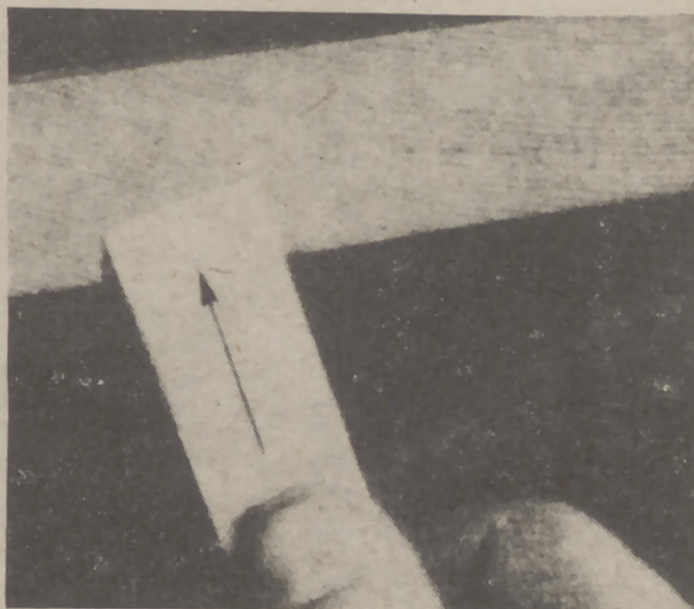
Rys. 124
Rączkę nabijamy na pilnik przez uderzenie o stół



Rys. 125 a
Pilnik czyścimy szczotką do pilników, przesuwając wzdłuż nacięcia górnego



Rys. 126
Tak powinno wyglądać stanowisko ślusarza przy pracy: pilniki pod ręką, po prawej stronie i-madła; delikatne narzędzia pomiarowe na środku stołu



Rys. 125 b
Zakleszczone wiórki podważamy miękką blaszką

końcu. Kształt piłowany ulega więc zmianie, zależnie od tego, jaką częścią pilnika piłujemy.

6. Konserwacja pilników

Pilnik nowy oprawiamy najpierw w drewnianą rączkę. W rączce wiercimy otwór, a następnie wypalamy go starym, rozgrzanym pilnikiem na kształt zbliżony do nowego. Rączkę nabijamy teraz przez uderzanie o stół (rys. 124), aż rączka osiadzie głęboko na pilniku. Rączka powinna siedzieć mocno i prosto, a gdy zacznie pękać usuwamy ją bezzwłocznie, ponieważ pęknięcie rączki w czasie piłowania powoduje niebezpieczne szkaleczenie.

Pilnik przy pracy zapycha się wiórami. Ze zdzieraka usuwamy je przez strząśnięcie lub lekkie stuknięcie krawędzią pilnika o stół. Gładziki czyścimy drucianą szczotką do pilników, przesuwając ją wzdłuż nacięcia górnego (rys. 125 a).

Gdy nowy, ostry gładzik piłuje miękką stal, często zakleszczy się wiórek między ząbkami pilnika i rysuje powierzchnię. Wiórek taki usuwamy z pilnika miękką blaszką, w żadnym wypadku rysikiem czy innym ostrym i twardym narzędziem (rys. 125 b), poczem nacieramy pilnik kredą i nie naciskamy tak silnie przy piłowaniu, a wióry nie będą się zakleszczać.

Nie wolno używać pilników, zwłaszcza o drobnym nacięciu do piłowania miedzi, aluminium itp., bo pilnik zapycha się i jest niezdatny do użytku. Po mosiądzu pilnik ślizga się i nie skrawa.

Wszystkie metale miękkie piłujemy tylko tarnikami.

Części pracującej pilnika nie smarujemy dłonią, bo oliwa i pot osiadają na ostrzach i pilnik przy pracy ślizga się.

Pilniki przechowujemy w stojaku lub płytkiej szufladzie, gdzie jednak pilniki nie mogą leżeć jeden na drugim. Gdy jeden pilnik ociera o drugi, oba tępią się.

Nie piłujemy pilnikami, a zwłaszcza gładzikami, powierzchni powleczonych farbą lub smarem. Pilniki zasmarowane tłuszczem, oliwą, smarem itp. myjemy w benzynie.

Gdy przejedziemy pilnikiem po twardej, hartowanej stali, na jego ostrzach powstaje jasna, świecąca smuga. Gdy pilnik cały się świeci, jest wtedy już zużyty. Jeśli jednak z pilnikiem obchodzi się należycie, to może on służyć przez szereg miesięcy intensywnej pracy.

Gdy nowy i dobry pilnik złamie się i to koło rączki, można go naprawić przez zlutowanie mosiądzem (patrz Rozdział II — P Lutowanie). Odcinek w lewo i w prawo od miejsca lutowanego ulegnie wyżarzeniu, ale przy wprawie nie powinno to być więcej niż 3—4 cm. Takiego pilnika nie można już posyłać do ponownego nacinania.

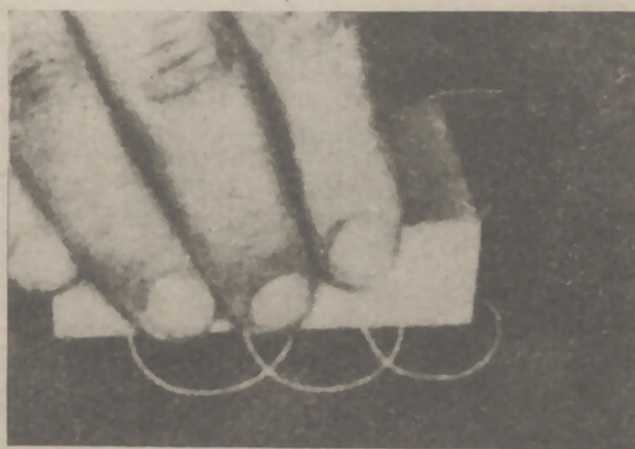
Podczas pracy ślusarz ma koło swego imadła kilka pilników. Należy zwrócić na to uwagę, aby pilniki, których w danym momencie nie potrzeba, leżały jeden obok drugiego wzdłuż imadła, najlepiej z prawej



Rys. 127 a i b
Gładkie powierzchnie przylegają całkowicie;
niegładkie opierają się na grzbieciek pagórków



Rys. 128
Rozcieranie tuszu na płycie



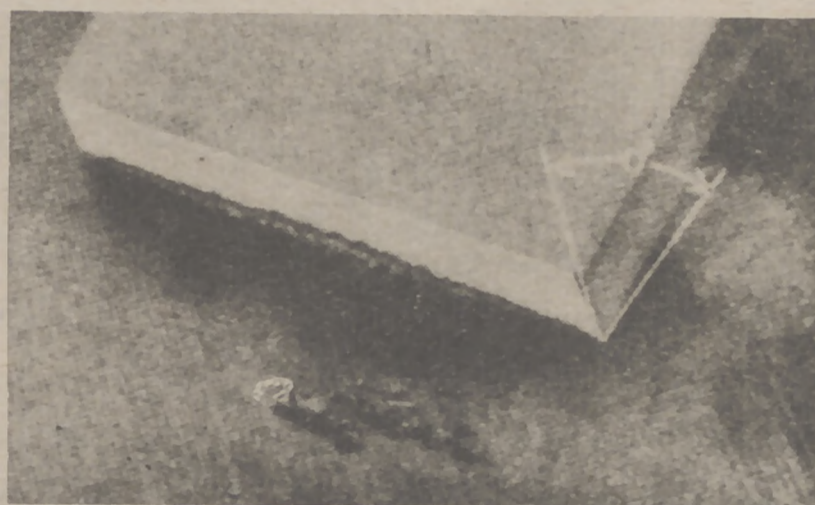
Rys. 129
Przedmiot ocieramy o płytę półkolistymi
ruchami



Rys. 130
Powierzchnia po pierwszym skrobaniu



Rys. 131 a
Skrobanie płaszczyzny. Prawa ręka prowadzi
skrobak, lewa naciska



Rys. 131 b
Działanie skrobaka. Kąt δ wynosi 120 do 130°

strony. Jeżeli pilniki rzucamy na kupę jeden na drugi, to się szybko tępią, a gdy kładziemy niedbale na brzegu stołu, to pilnik łatwo spadnie na ziemię i złamie się. Delikatne narzędzia pomiarowe kładziemy na środek stołu (przed imadło), aby nigdy nie położyć machinalnie pilnika na suwmiarce czy kątownik. Rys. 126 przedstawia nam prawidłowe ułożenie pilników i innych narzędzi na stole ślusarskim.

Uczeń ślusarski powinien bezwzględnie przyzwyczać się do zachowywania tego porządku, tak aby całkiem, automatycznie kłaść narzędzia jak należy. Porządne układanie narzędzi niewiele czasu kosztuje, przeciwnie w niechlujnym nieładzie tracimy tylko czas na szukanie, a bezmyślne niszczenie cennych narzędzi i przyrządów jest karygodne.

F. Skrobanie

Gdy zależy nam na otrzymaniu powierzchni bardzo gładkich, jakich potrzeba w prowadnicach i łożyskach, stosujemy wykańczającą obróbkę ręczną, tak zwane skrobanie i docieranie.

Wszelkie powierzchnie, nawet obrabiane mechanicznie przez toczenie, gryzowanie lub struganie, posiadają małe nierówności powstałe przez drganie narzędzia przy pracy. Nierówności te nie zawsze dadzą się usunąć przez szlifowanie.

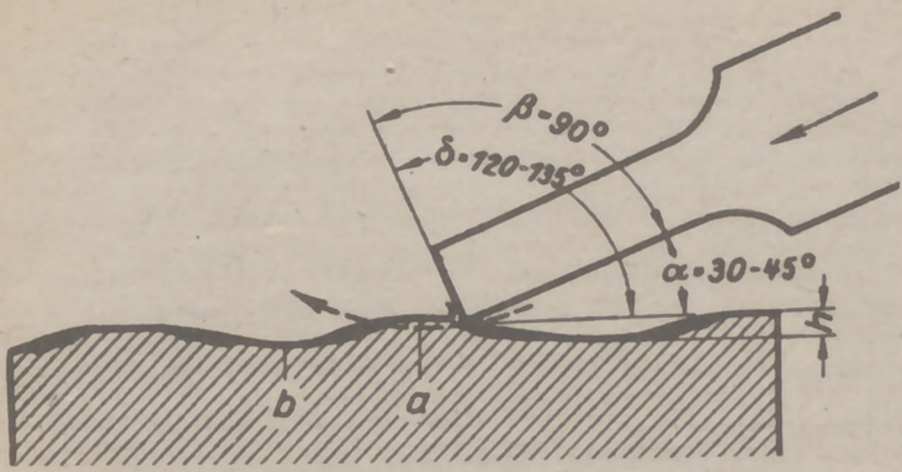
Jeżeli dopasujemy do siebie dwa kawałki metalu i przesuwamy jeden po drugim, to powierzchnie stykowe się wycierają. Gdy powierzchnie są dokładnie obrobione, to spoczywają jedna na drugiej całkowicie (rys. 127a) i przy dobrym smarowaniu zużycie jest bardzo nieznaczne. W wypadku jednak małych nierówności, powierzchnie stykowe spoczywają nie na płaszczyznach, lecz na pagórkach (rys. 127b), których wierzchołki szybko wycierają się i pomiędzy przedmiotami powstaje luz. Skrobanie odbywa się inaczej dla powierzchni walcowych, a inaczej dla płaskich.

1. Skrobanie powierzchni płaskich

Jako narzędzi potrzebujemy tutaj płyty wzorcowej, skrobaków płaskich z osełką i tuszu ślusarskiego.

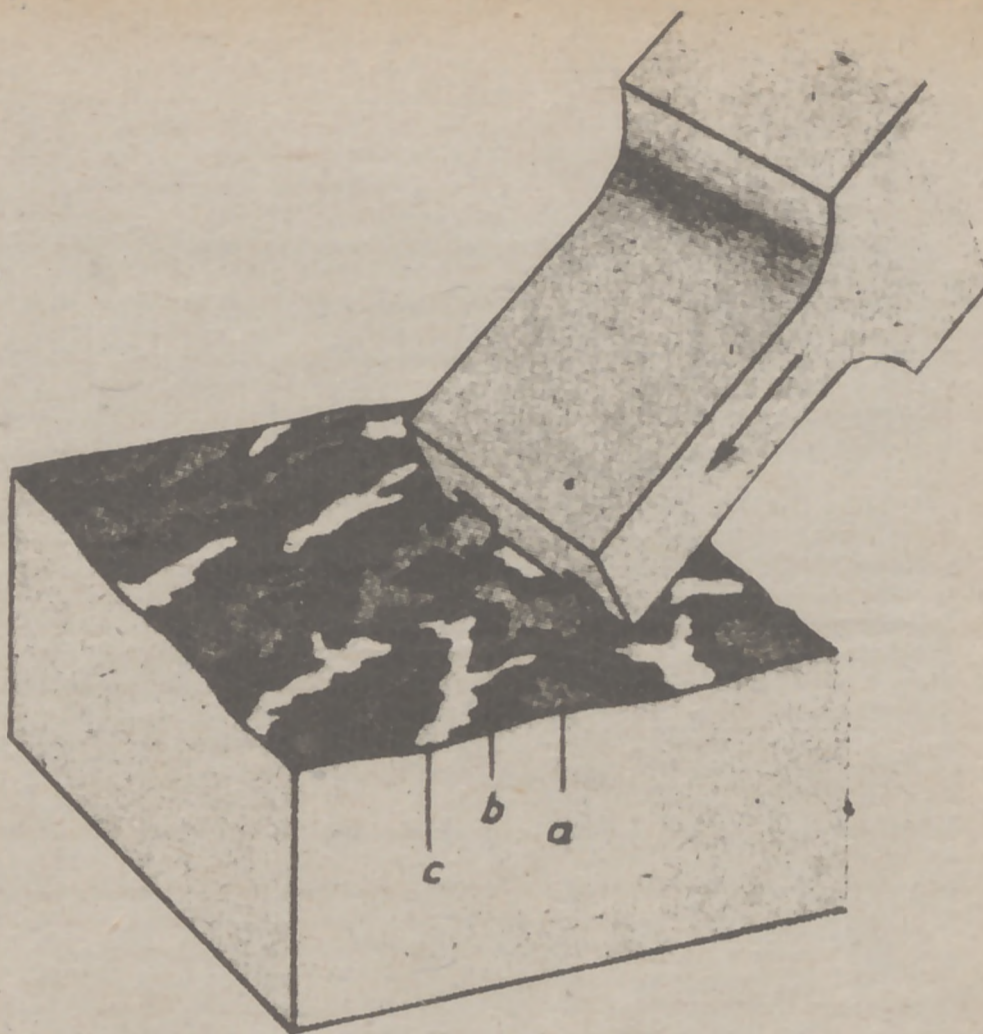
Płyta wzorcowa wykonana jest z wytrzymałego, drobnoziarnistego żeliwa i posiada od spodu silne uźebrowanie dla usztywnienia. Powierzchnia płyty obrobiona jest z bardzo dużą dokładnością i jest niemal geometryczną płaszczyzną. Obchodzimy się więc z nią bardzo ostrożnie, nie kładziemy na nią żadnych przedmiotów, a po użyciu wycieramy naoliwioną łatką i przykrywamy wieczkiem.

Płytę przygotowujemy do pracy przez cienkie roztarcie kawałkiem skórki tuszu ślusarskiego (rys. 128). Tusz sporządzamy, rozpuszczając czystą sadzę w rzadkiej oliwie. Kładziemy teraz przedmiot obrobioną już płaszczyzną na płytę i lekko ocieramy go przez przesuwanie kolistymi ruchami, jak to pokazuje rys. 129.



Rys. 131 c

Skrobanie punktowe (docieranie). Skrobak poruszamy półkolistymi ruchami przy małym nacisku.



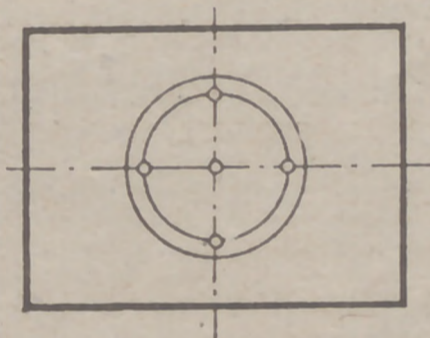
Rys. 131 d

Powierzchnia docierana. *a* — najwyżej położone, szaro błyszczące powierzchnie; *b* — nieco niżej leżące miejsca czarne od tuszu; *c* — jasne plamy, do których tusz nie doszedł, położone są najniżej



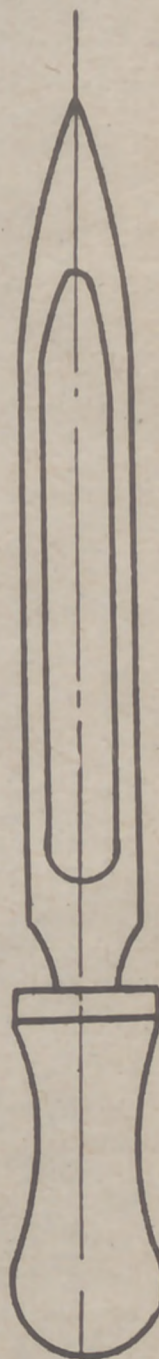
Rys. 132

Po wyszlifowaniu ostrzemy skrobak na oselce z oliwą. Przesuwamy ostrze skośnie do krótkiej krawędzi czołowej płaszczyzny



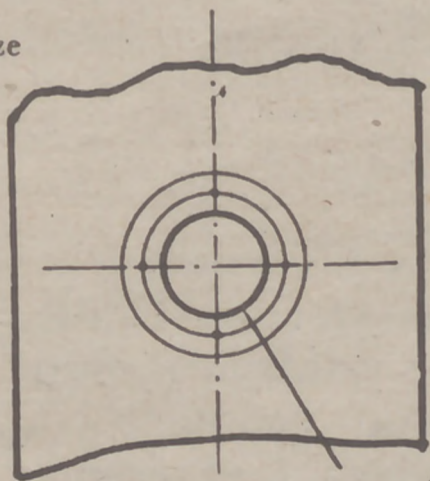
Rys. 134 a

Dla dokładnego wiercenia punktujemy środek otworu i rysujemy jedno koło kontrolne tak duże jak średnica otworu i punktujemy je w czterech miejscach. Przy wierceniu koło znika, a z każdego punktu powinna zostać połowa. Drugie koło kontrolne, nieco większe, niepunktowane, pozostaje współosiowo z wywierconym otworem



Rys. 133
Skrobak trójkątny

dobrze



śląd wiertła przy rozpoczynaniu wiercenia

b

źle



Rys. 134 b i c
Gdy wiertło zacznie wiercić, sprawdzamy czy jego ślad jest współosiowo z kołami kontrolnymi

Przedmiot spoczywa na płycie, opierając się o grzbiety pagórków swoich nierówności, które stykając się z płytą zabarwiają się od niej na czarno. Powierzchnia obrabiana po pierwszym natarciu wygląda jak na rys. 130. Czarne plamy oznaczają pagórki niedostrzegalne dla oka; zeszkrobując plamy, zeszkrobimy wierzchołki pagórków i wygładzimy powierzchnię. Skrobania dokonujemy skrobakiem płaskim, delikatnie, długimi ruchami (rys. 131 a i b), poczem tuszujemy i pocieramy ponownie o płytę. Czarne punkty pokażą się teraz liczniej i będą już znacznie większe. Gdy cała powierzchnia skrobana pokryta jest równomiernie czarnymi punktami, rozpoczynamy skrobanie punktowe (docieranie). Powierzchnia skrobana spoczywa już nie na punktach, lecz na małych płaszczyznach. Posuwamy teraz skrobak małymi, półokrągłymi ruchami, naciskając lekko przy posuwaniu go naprzód, jak na rys. 131 c i ciągnąc bez nacisku przy cofaniu.

Po natarciu o płytę dostrzegamy teraz powierzchnię jak na rys. 131 d. Składa się ona z szarych plamek (najwyżej leżących), które są małymi powierzchniami; przy ocieraniu o płytę tusz na nich wytarł się przez dobry styk z płytą. Dalej dostrzegamy czarne plamy, położone nieco niżej od szarych, tam doszedł tusz, który się nie roztarł. Wreszcie najniżej położone są białe plamy, do których tusz nie doszedł. Ścieramy więc szare punkty, jako najwyższe, przyczem do tuszowania lepiej już brać specjalną farbę (błękit paryski) jako delikatniejszy.

Dobrą powierzchnię skrobaną oceniamy według ilości punktów nośnych (małych powierzchni stykowych) na calu kwadratowym (kwadracie o boku 25 mm) w/g poniższej tabelki:

Skrobanie wstępne:	2 ÷ 4	punktów	nośnych	na 1" kwadratowy
„ wygładzające:	6 ÷ 8	„	„	„
„ dokładne:	10 ÷ 12	„	„	„
„ szlachetne:	20 ÷ 24	„	„	„

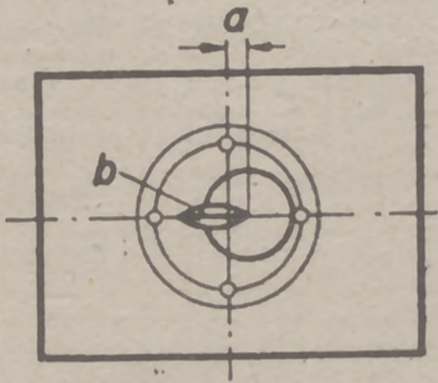
U w a g a: punkty nośne powinny być równomiernie rozłożone.

Najlepiej skrobie się przedmioty z drobnoziarnistego żeliwa.

Po powierzchniach szlifowanych i po przedmiotach ze stali skrobak ślizga się.

2. Skrobanie powierzchni walcowych

Jeżeli chcemy osadzić wałek w łożysku bardzo pewnie i dokładnie, to skrobimy panewki w łożysku. Wałek jest wówczas dokładnie obrobiony (szlifowany lub dokładnie toczony). Tuszujemy go podobnie jak płytę w skrobaniu płaskim, nakładamy panewki na wałek i okręcamy. Powstałe czarne plamki zeszkrobujemy skrobakiem trójkątnym (rys. 133). Skrobak trójkątny ma ostrza mniejsze od 90°, więc nie naciskamy nim, zwłaszcza gdy panewki wylane są białym metalem.



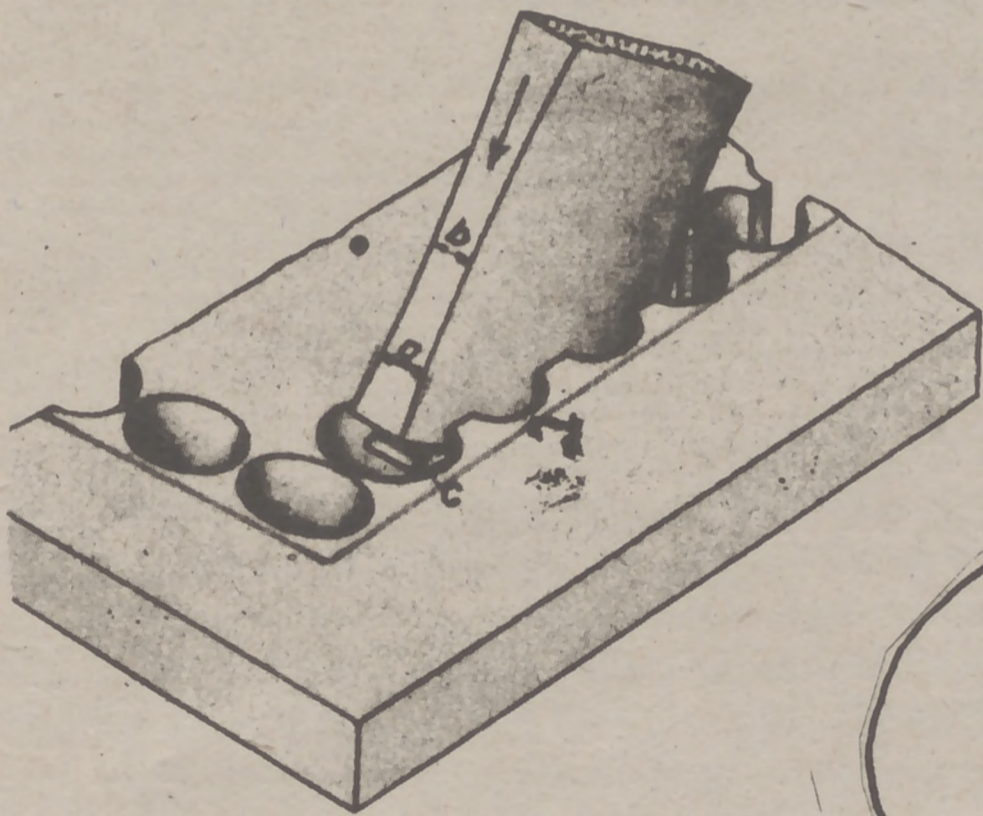
Rys. 134 d

Jeżeli wiertło zboczyło jak na rys. 134 c, to punktakiem lub wycinakiem nacinamy rowek dla sprowadzenia wiertła spowrotem w oś otworu



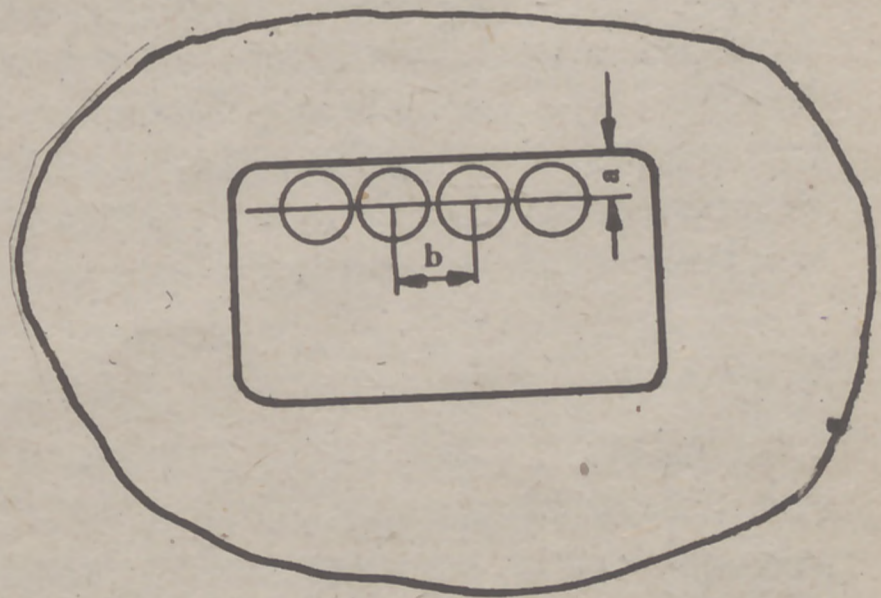
Rys. 135 a

Wybijanie wybijakiem otworu z wywierconymi otworami wzdłuż brzegów



Rys. 135 b

Działanie wybijaka: szerokość ostrza a około 0,6 średnicy wierconego otworu. Poza ostrzem wybijak się zwęża, czyli b jest mniejsze od a



Rys. 136

Średnicę wierconych otworów obieramy od 3–5 mm, poczem trasujemy linię środkową w odległości $a =$ pół średnicy wiertła plus 0,2 do 0,3 mm i znaczymy cyrklem odstępy między środkami otworów $b =$ średnica wiertła plus 0,2 do 0,3 mm

3. Konserwacja sprzętu

Płyta wzorcowa wyciera się z czasem, zwłaszcza na środku, gdzie się jej najczęściej używa. Dlatego co pewien czas docieramy ją według innej płyty. Jeżeli posiadamy trzy płyty, nazwiemy je a, b i c, to przez kolejne docieranie jedną o drugą możemy otrzymać płytę wzorcową. Docieramy więc płytę a według płyty b, oraz płytę c według płyty b. Potem docieramy płytę a według płyty c itd. aż do osiągnięcia płaszczyzny niemal idealnej.

Skrobak wykonany jest z twardej, hartowanej stali węglowej (można go wykonać przez zaszlifowanie starego pilnika). Ponieważ skrobak nie ma zdzierać lecz skrobać, więc kąt ostrza wynosi 90° lub nawet więcej. Skrobak szlifujemy na szlifierce przy dobrym chłodzeniu, a po wykonaniu ostrza wygładzamy je na oselce z oliwą (rys. 132). Trzeba przytem narożniki lekko zaokrąglić, aby nie drapały powierzchni skrobanej oraz usunąć lekki zadziór na ostrzu.

G. Wiercenie otworów*)

Dla ślusarza stanowi wiercenie najczęściej obróbkę pomocniczą poprzedzającą gwintowanie, rozwiercanie, rozpiłowywanie lub nitowanie.

1. Wprowadzenie wiertła w oś otworu

Jeżeli zależy nam na wierceniu otworu w pewnym określonym miejscu, to po dekliatnym zapunktowaniu traserskim (patrz str. 18) dla sprawdzenia, czy wiertło nie zbacza, rysujemy cyrklem koło kontrolne o wymiarze jak średnica otworu i punktujemy je czterema punktami. Dalej dajemy drugie koło nieco większe (patrz rys 134 a). Potem punktujemy środek mocniej punktakiem zaostrozonym na kąt około 90° , aby wiertło dobrze wprowadzić w oś otworu. Jeżeli wiertło idzie prawidłowo to koło kontrolne punktowane ginie, a z każdego punktu zostaje wyraźna połowa. Drugie koło kontrolne (bez punktów) powinno być wówczas współosiowo z wywierconym otworem, jak na rys. 134 b, a nie mimośrodowo (rys. 134 c). Aby uniknąć mimośrodowego wiercenia sprawdzamy współosiowość, gdy tylko wiertło rozpocznie pracę. Jeśli stwierdzimy zboczenie wiertła, to przez nacięcie wycinakiem lub punktakiem wprowadzamy ślad wiertła ponownie na środek (134 d).

2. Wiercenie do rozpiłowania

Jedną z częstych prac ślusarskich jest wykonanie otworu o kształcie skomplikowanym, gdzie zgrubną pracę wykonujemy przez wiercenie szeregu dziur wzdłuż brzegu otworu. Wybicie środka następuje przez specjalny wybijak (rys. 135 a). Podstawą szybkiego i dobrego wykonania tej pracy jest dobre wytrasowanie i zapunktowanie. Przykład takiego

*) Rozdział ten obejmuje tylko część wiadomości o wierceniu. Szczegółowe omówienie wiercenia patrz tom 6, inż. Michalik „Obróbka metali przez skrawanie“.

trasowania widzimy na rys. 136. Najpierw trasujemy linię właściwego otworu, a następnie linię pomocniczą równoległą do brzegu otworu, w odległości połowy średnicy wiertła plus $0,2 \div 0,5$ mm. Nastawiamy teraz cyrkiel na wymiar równy średnicy plus $0,2 \div 0,3$ mm i znaczymy szereg odstępów na linii pomocniczej, kolejno punktując je. Po dokładnym wierceniu, ścianki między otworami są bardzo cienkie i łatwo je przebić wybijakiem o szerokości ostrza $0,6 \div 0,7$ średnicy wiertła (patrz rys. 135 b).

3. Mocowanie przedmiotów przy wierceniu

Przy wierceniu przedmiot musi być odpowiednio zamocowany. Przy wierceniu otworów do 7 mm długie przedmioty możemy trzymać w ręku, a gdy przedmiot jest ponad 400 mm długi to nawet do 12 mm. Warunkiem jest, aby przedmiot nie miał ostrych krawędzi, bo można o nie skaleczyć dłoń. Przedmiot do wiercenia mocujemy zasadniczo w imadle maszynowym lub do płyty śrubami i klockami. Na szczególną uwagę zasługuje mocowanie wałków. Do wiercenia prostopadle do osi kładziemy wałek w podstawkę pryzmatyczną, jak na rys. 137, a wiertło, aby trafiło dokładnie w oś wałka, prowadzimy przez tulejkę wiertniczą. Tulejki są wymienne, aby można wiercić otwory różnej wielkości.

Przez położenie klina pod podstawkę możemy również wiercić otwór skośnie do osi, bo bramkę, w której siedzi tulejka wiertnicza, można skręcać.

Przy wierceniu otworów równoległe do osi wałka mocujemy wałek przez szczęki pryzmatyczne w imadle maszynowym (patrz rys. 138), lub też w specjalnym imadelku ze szczękami pryzmatycznymi.

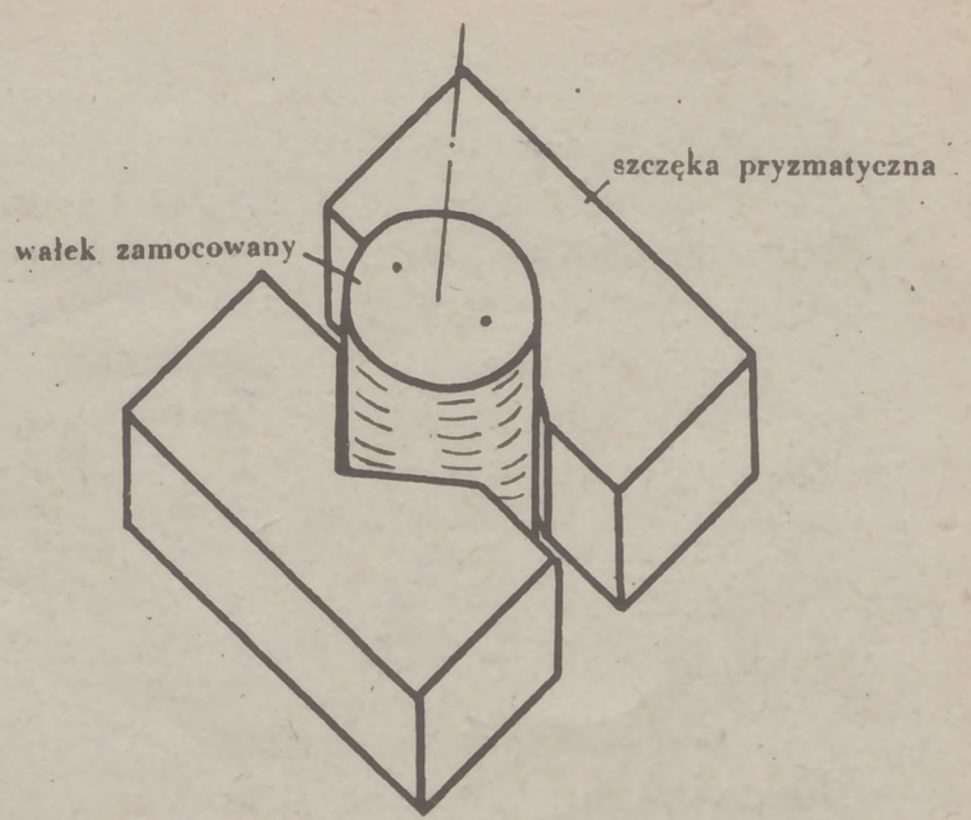
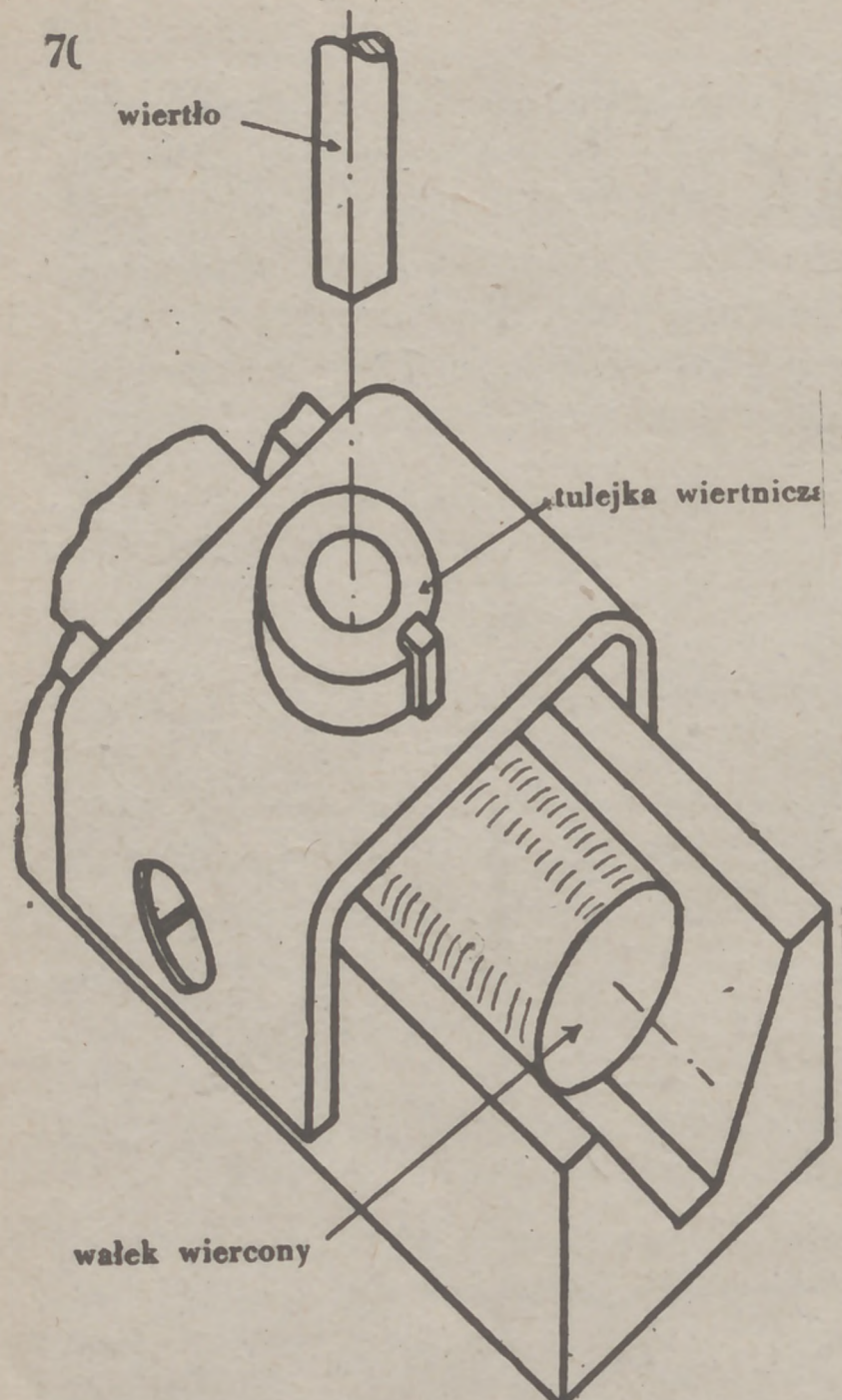
4. Zaostrzenie wiertła

Wiertło powinno być zawsze prawidłowo zaostrzone. Gdy widzimy, że ostrza wiertła są tępe (rys. 139), natychmiast je ostrzemy, w przeciwnym razie wiertło piszczy w otworze, bo nie skrawa, lecz drapie i rozpycha materiał a otwór wychodzi wówczas, jak na rys. 140 z poszarpanymi brzegami i rozepchniętym kołnierzem. Przy dalszej pracy tępe wiertło łamie się.

Kąt między ostrzami wiertła sprawdzamy, jak to widać na rys. 141, na którym są podane kąty pochylenia ostrzy dla różnych materiałów.

Ostrzenie wiertła odbywa się w specjalnym przyrządzie (rys. 142). Wiertło wkładamy w oprawkę i wahamy nią przy tarczy szlifierskiej, a ta ostrzy nam wiertło zupełnie prawidłowo. Przy ostrzeniu należy wiertło chłodzić, bo gdy zajdzie niebieskim nalotem, oznacza że ostrze wyzarzyło się i jest odhartowane.

Gdy nie ma oprawki do ostrzenia, można przy pewnej wprawie ostrzyć wiertła odręcznie (patrz rys. 143). Trzeba wówczas uważać, aby



Rys. 138

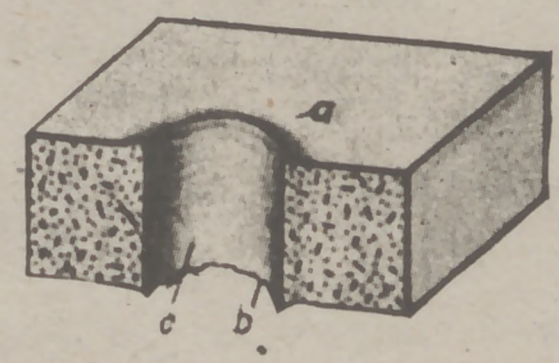
Gdy mamy wiercić otwór wzdłuż osi wałka, to mocujemy go w imadle maszynowym przez pryzmatyczne szczęki

Rys. 137

Trasowanie czy wiercenie wałków odbywa się zawsze w podstawie pryzmatycznej. Aby wiertło trafiło w środek wałka, prowadzimy je przez tulejkę wiertniczą

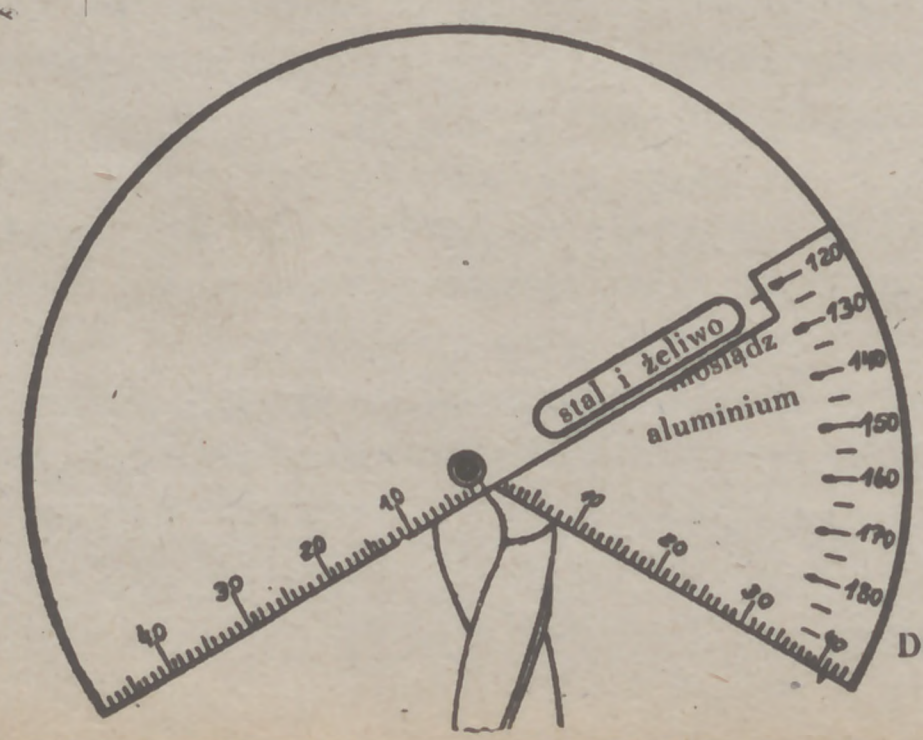


Rys. 139
Wiertło stępione



Rys. 140

Otwór wywiercony tępym wiertłem: a — zgrubiony kołnierz; b — poszarpany brzeg; c — gładkie ściany



Rys. 141

Długość krawędzi tnących i kąt między nimi sprawdzamy szablonem do wiertel

obie krawędzie tnące były jednakowo długie, w przeciwnym razie jedno ostrze jest dłuższe i bierze dłuższy wiór (rys. 144), co powoduje przecięcie wiertła i rozepchanie otworu. Wówczas wiertło o średnicy np. 7 mm wierci otwór 7,2 mm.

Drugi częsty błąd, powstający przy nieprawym ostrzeniu, to pochycenie każdego ostrza pod innym kątem; wreszcie możliwe jest połączenie obu błędów na raz. Te trzy wypadki pokazuje nam rys. 145.

Ostrzenie prawidłowe odbywa się przez zeszlifowanie poza ostrzem powierzchni stożkowych (zacięniowanych na rys. 146), wówczas ostrze będzie skrawać (jak na rys. 146 a).

Jeżeli zaszlifujemy tępo, jak na rys. 147, to ostrze będzie drapać grzbietem (rys. 147 a) i pisać.

Przykładamy zatem do tarczy szlifierskiej wiertło po linii ostrza i okręcamy tak, aby tarcza szlifowała powierzchnię stożkową poza ostrzem.

Pomiędzy ostrzami powstaje ścin, który przy dużych wiertłach podszlifowujemy na małej tarczy. Wiertło wygląda wówczas jak na rys. 148 a.

Przy wierceniu żeliwa ostre narożniki na krawędziach tnących wiertła łatwo się ukruszają przy pracy w twardym materiale i wtedy wiertło źle skrawa. Dlatego do wiercenia żeliwa dobrze jest narożniki załamać, jak to pokazuje rys. 148 b.

Ponieważ otwory wiercone wiertłem mają niegładkie ściany, często skrzywioną oś otworu, gdy wiertło zboczy w czasie pracy, oraz średnica otworu wychodzi nieraz niedokładnie, przeto wiercimy tylko te otwory, których obróbkę zaznaczył konstruktor znakiem ∇ .

Jeśli wiercimy najpierw małym wiertłem a potem większym, to nie tylko praca jest lżejsza ale i otwór wychodzi dokładniejszy.

H. Rozwiercanie

1. Uwagi wstępne

Gdy na rysunku technicznym otwór posiada znak obróbki $\nabla\nabla$, co znaczy gładzić (otwór ma być dokładnie obrobiony), to stosujemy obróbkę wykańczającą, tak zwane rozwiercanie, które daje gładkie ściany, prostą oś i dokładny wymiar otworu. Przy produkcji seryjnej rozwiercanie zapewnia nam stały wymiar, jednakowy w każdym przedmiocie.

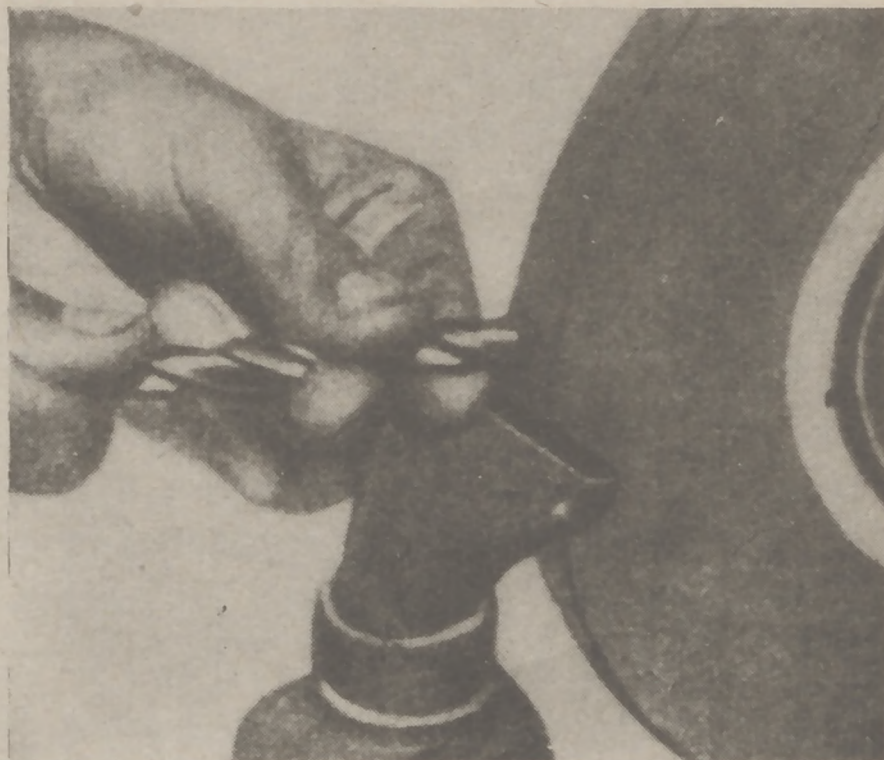
Rozróżniamy rozwiercanie otworów stożkowych (ręczne) oraz rozwiercanie otworów walcowych ręczne i maszynowe.

2. Rozwiercanie stożkowe

Do rozwiercania stożkowego służy komplet złożony z trzech rozwiertaków. Po przewierceniu otworu na średnicę minimalną wprowadzamy pierwszy rozwiertak z ostrzami ułożonymi w kształcie schodów.



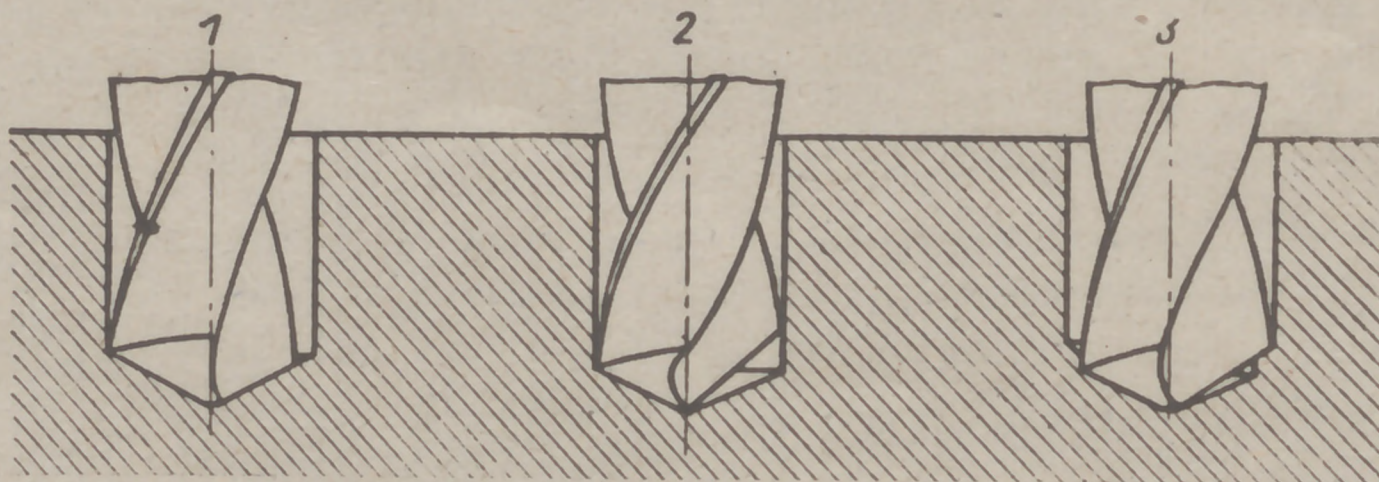
Rys. 142
Ostrzenie wiertel w przyrządzie



Rys. 143
Ostrzenie wiertel odręcznie



Rys. 144
Skutki pracy wiertłem o nierówno długich ostrzach: dłuższe ostrze skrawa większy wiot i skutkiem jednostronnego przeciążenia wiertło wygina się i rozbija otwór na większy

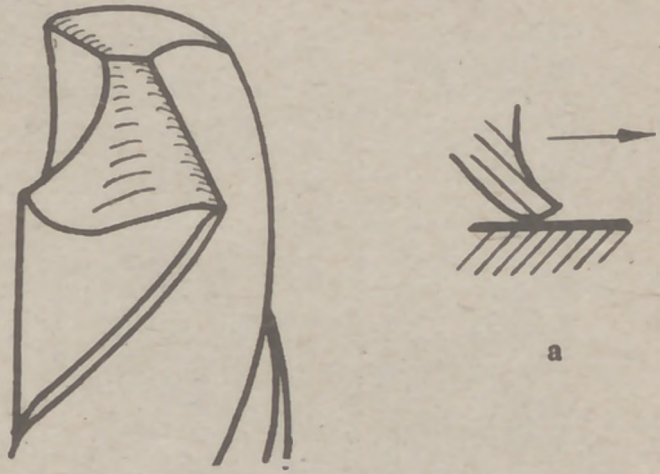


Rys. 145
Błędy w zaostreniu wiertel: 1 — krawędzie tnące nierówno długie, 2 — ostrza pochylone pod różnymi kątami, 3 — jednoczesne połączenie obu błędów z pozycji 1 i 2



Rys. 146

Wiertło zastrzone prawidłowo. Ostrze krawędzi tnącej może skrawać, jak na rys. 146 a



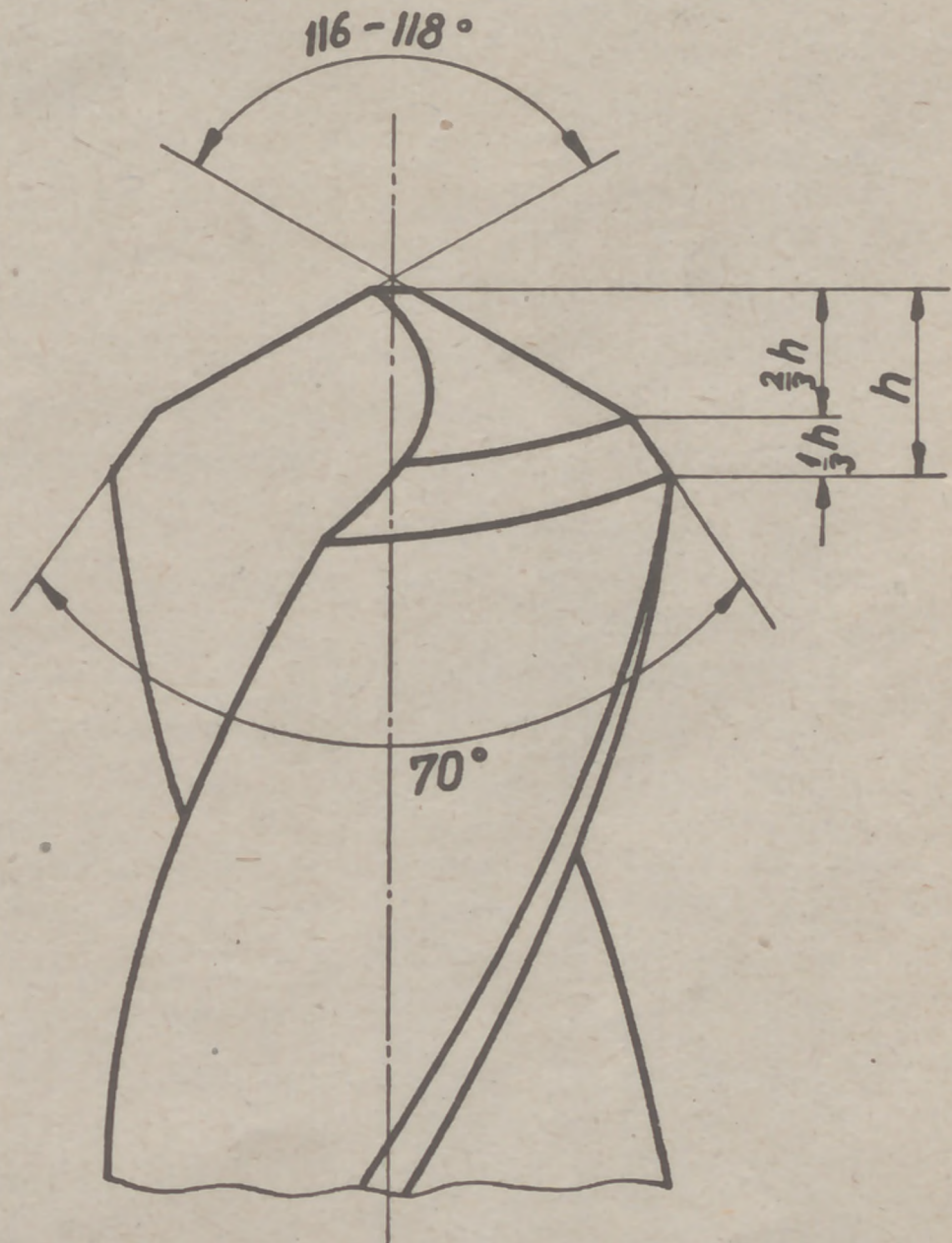
Rys. 147

Krawędź tnąca zawinięta przez złe ostrzenie, ostrze nie może skrawać (rys. 147 a) i tylko grzbietem drapie dno w otworze



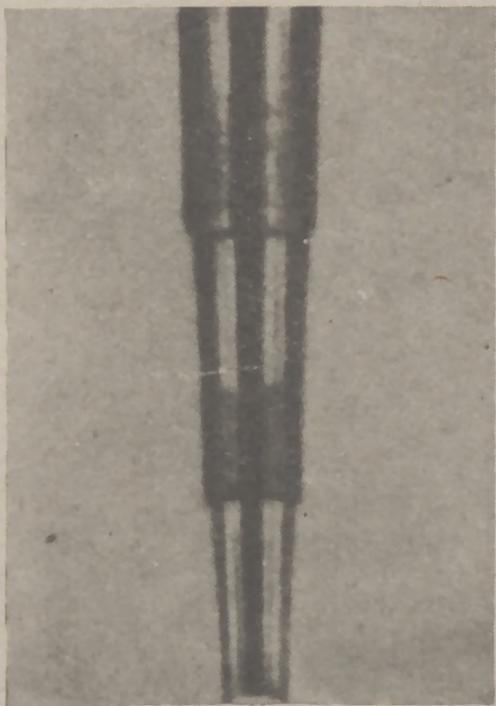
Rys. 148 a

Przy dużych wiertłach podcinamy powstały między krawędziami tnącymi ścin na długość około jednej ósmej średnicy



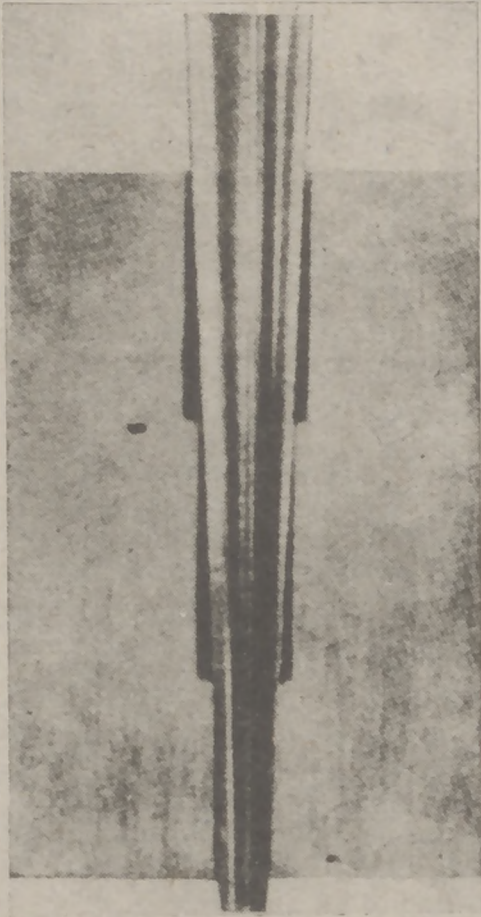
Rys. 148 b

Do wiercenia żeliwa zeszlifowujemy narożnik aby się nie wyłamał

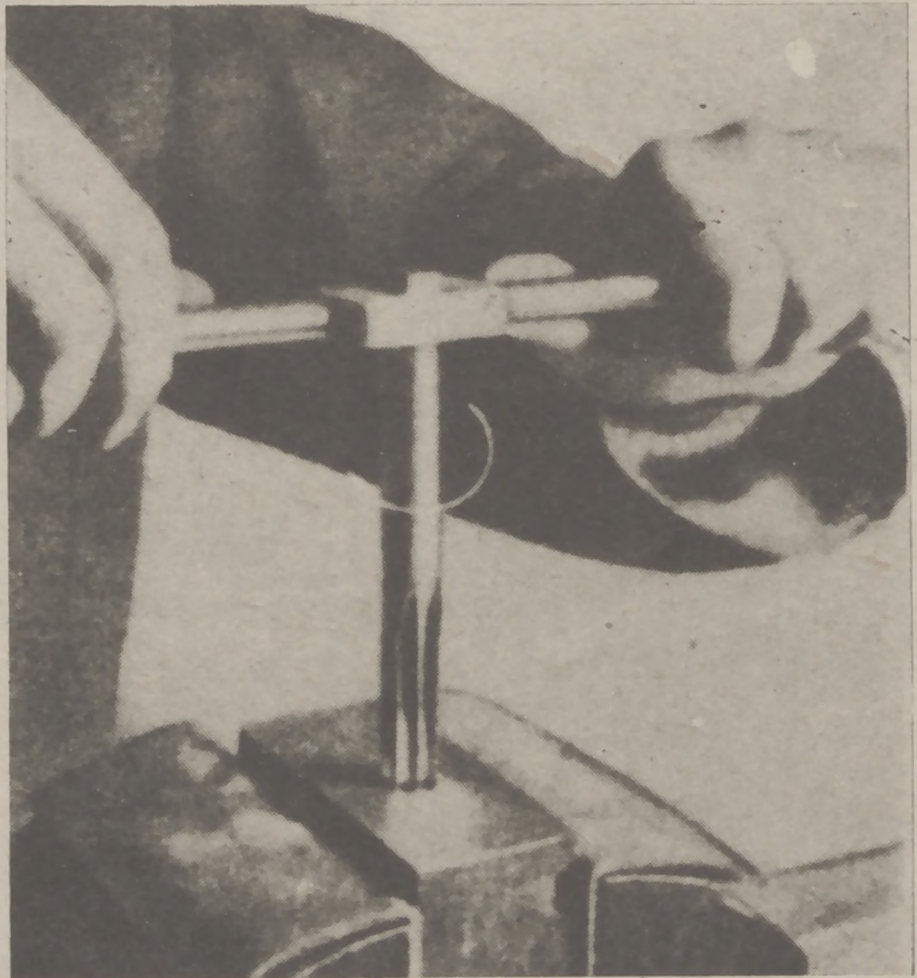


Rys. 149

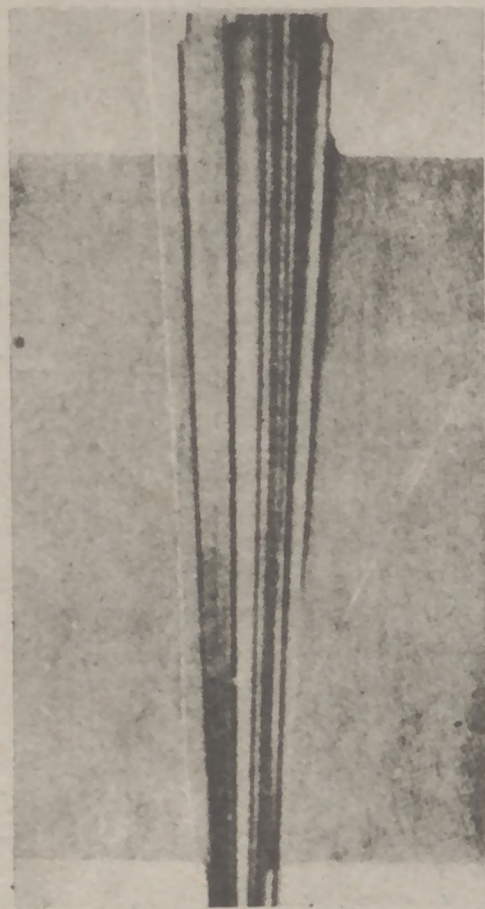
Otwór po pierwszym rozwiertaku stożkowym



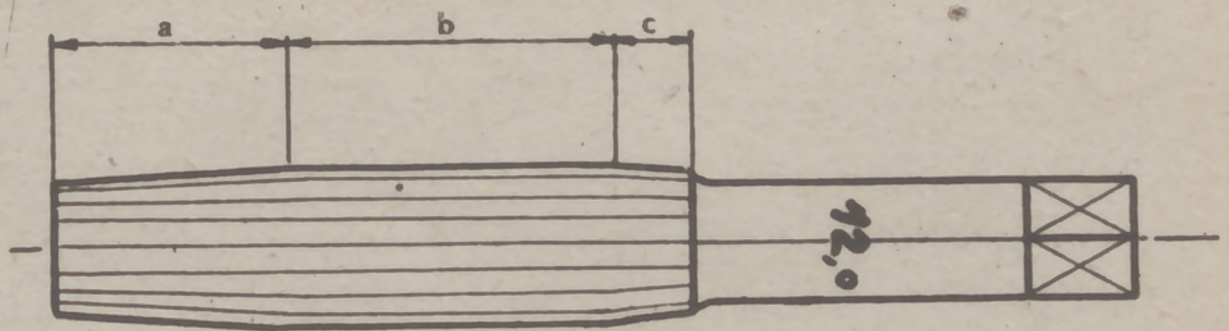
Rys. 150
Drugi rozwiertak stożkowy w otworze



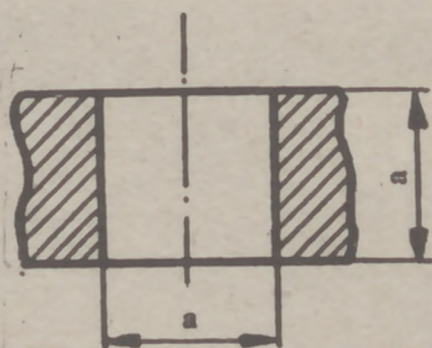
Rys. 152
Rozwiertak pokręcamy delikatnie, stale w prawo



Rys. 151
Trzeci rozwiertak po skończonym
rozwiercaniu stożkowym



Rys. 153
Kształt rozwiertaka do ręcznego rozwiercania
walcowego. *a* — część stożkowa, wykonująca
główną pracę; *b* — część walcowa, kalibrująca
na dokładny wymiar; *c* — stożek tylny, dla
ułatwienia wyciągnięcia rozwiertaka w wy-
padku cofania



Rys. 154
Otwór o średnicy równej grubości materiału.
Gdy średnica jest większa od grubości, nie
możemy rozwiercać ręcznie bo nie ma pro-
wadzenia. Gdy grubość materiału jest znacz-
nie większa od średnicy, to rozwiertak ma
dobre prowadzenie. Przy takim otworze „dłu-
gim” przy rozwiercaniu maszynowym dajemy
rozwiertak w oprawkę wachliwą, aby się sam
prowadził w otworze

Otwór po przejściu tego rozwiertaka wygląda, jak na rys. 149. Skolei wprowadzamy drugi rozwiertak (rys. 150) a wykończenie odbywa się trzecim rozwiertakiem (rys. 151).

3. Rozwiercanie walcowe ręczne

Jako narzędzie służy nam tu rozwiertak, którego pracę widzimy na rys. 152. Przedmiot z wywierconym poprzednio otworem mocujemy w imadle, wprowadzamy delikatnie rozwiertak do otworu i pokręcamy stale w prawo przy pomocy pokrętki.

Kształt rozwiertaka przedstawia nam rys. 153. Rozwiertak składa się z części stożkowej, która wykonuje główną pracę, dalej z części walcowej, kalibrującej otwór na ostateczną średnicę, oraz ze stożka tylnego, ułatwiającego wyjęcie rozwiertaka w wypadku cofania go. Rozwiertak zakończony jest trzonkiem z kwadratowym chwytem do pokręcania.

Rozwiertak posiada na obwodzie części pracującej szereg małych ostrz, skrawających drobne, igielkowate wiórki. Wióry te nie mają żadnego odprowadzenia, więc drobne rowki między zębami szybko się wypełniają i zapychają, a wtedy ugniecione wióry drapią i uszkodzają ściankę otworu. Należy zatem co kilka obrotów wyjmować rozwiertak, zczyszczać wiórki miotełką i wprowadzać rozwiertak ponownie. To oczyszczanie z wiórów stosujemy tak długo, aż część stożkowa rozwiertaka wyjdzie na drugą stronę otworu. Rozwiercamy tak długo, aż cały rozwiertak przejdzie na wylot, w przeciwnym razie zakończenie otworu będzie stożkowe. Jak stąd widać, rozwiertakiem nie można rozwiercać otworów ślepych.

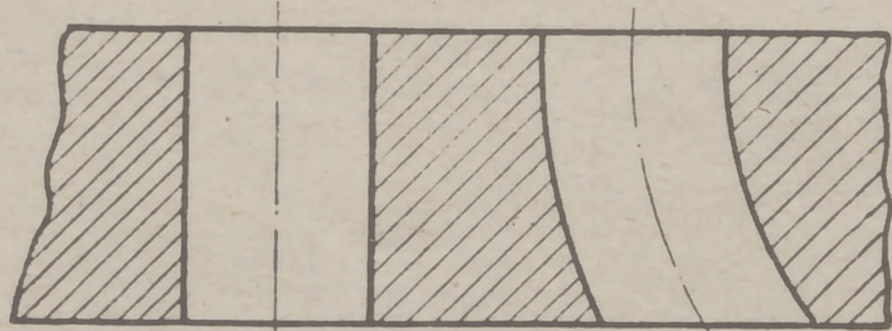
Dzięki dużej ilości ostrz na obwodzie, rozwiertak ma dobre oparcie o ścianki otworu i sam się prowadzi w otworze poprzednio wywierconym, jeżeli otwór jest co najmniej tak długi jak szeroki. W cienkich blachach nie można rozwiercać otworów o dużej średnicy (patrz str. 154).

Rozwiertak jest masywny i nie może się ugiąć, jak wiertło, więc otwór po rozwierceniu będzie miał zawsze prostą oś (patrz rys. 155).

Rozwiertak wprowadzamy do otworu lekko i bez nacisku, obracając go stale w prawo. Już przy małym cofnięciu w lewo wkleszczają się wiórki pod ostrza i powstają rysy (patrz rys. 156), a nawet może nastąpić wyłamanie zęba. Do wyjęcia rozwiertaka z otworu dla oczyszczenia z wiórów, podrywamy rozwiertak lekko do góry i kręcimy nadal w prawo, ciągnąc do góry za pokrętke.

Aby móc rozwiertak dobrze wprowadzić do otworu, trzeba go wywiercić uprzednio wiertłem o odpowiedniej średnicy. Jeżeli bowiem otwór będzie za mały, rozwiertak wejdzie za płytko i nie „zachwyci“ prowadzenia. Rozwiertak w takim wypadku kiwa się i niszczy brzeg otworu. Pozatem rozwiertak musi znacznie więcej skrawać i szybciej się tępi.

Jeśli wywiercimy otwór za duży, to rozwiertak nie wygładzi ścianek otworu.

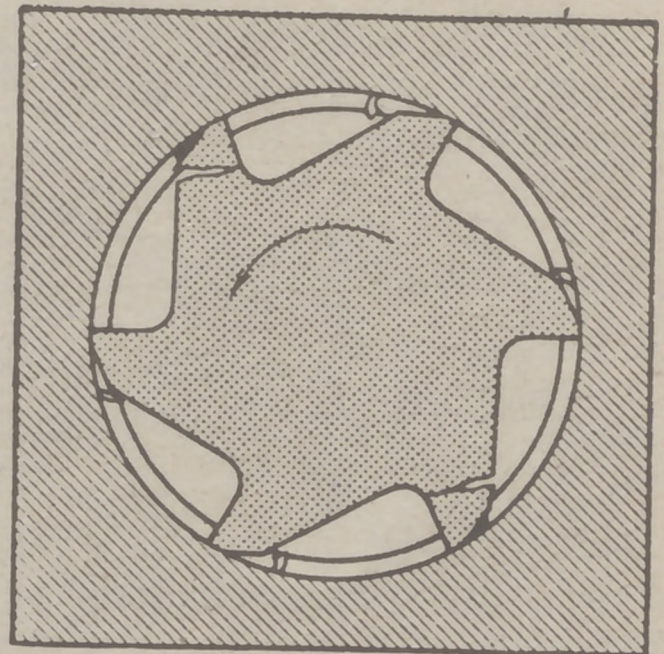


otwór z prostą osią

otwór z krzywą osią

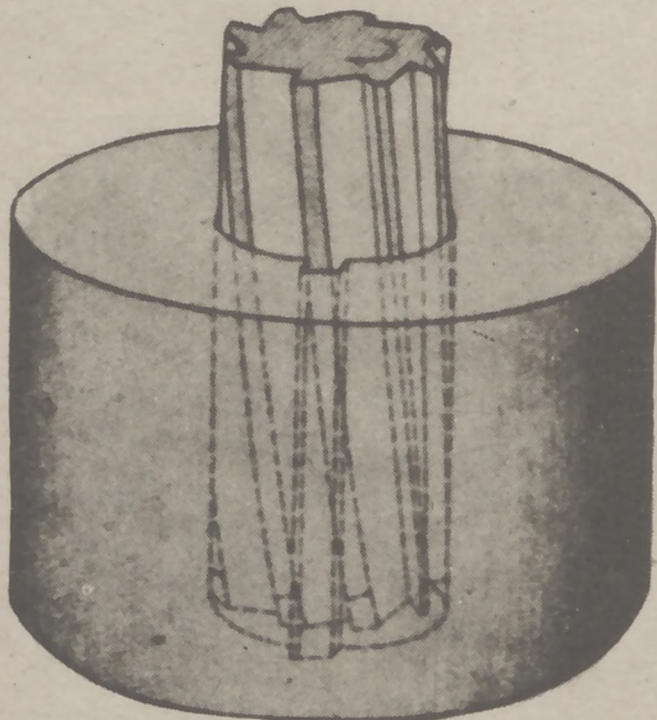
Rys. 155

Po rozwiercaniu mamy pewność, że oś otworu jest prosta. Otwór wiercony ma najczęściej lekko skrzywioną oś



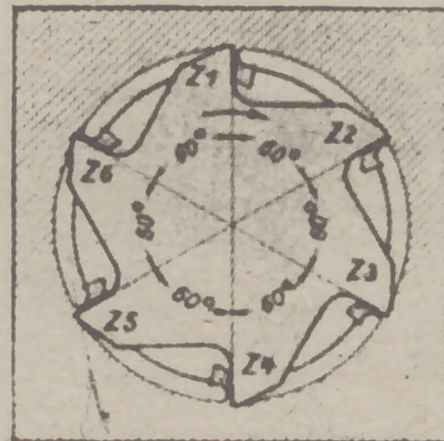
Rys. 156

Rozwiertaka nie wolno kręcić w lewo! W wypadku cofania wióry zapychają się pod ostrza i drapią ścianki otworu. Niebezpieczeństwo wyłamania ostrza i zniszczenia ścian otworu



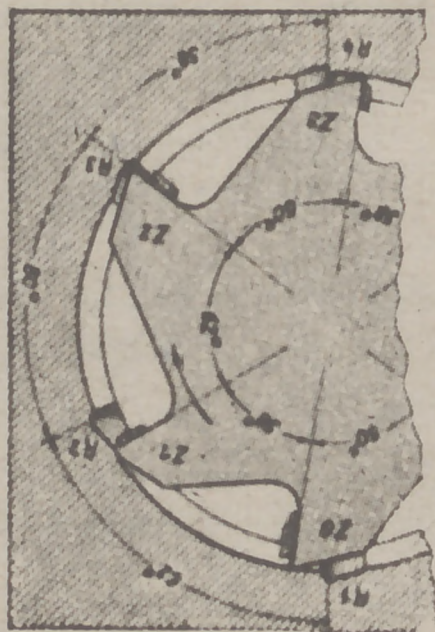
Rys. 157

Gdy rozwiertak ma ostrza śrubowe, to pracuje łagodniej i można nim rozwiercać nawet otwory z rowkiem na kłiu



Rys. 158

Rozwiertak o równych odstępach między zębami (podziałka równomierna). Zahaczenie takiego rozwiertaka grozi ułamaniem narzędzia



Rys. 159

Rozwiertak z podziałką nierównomierną: w wypadku zahaczenia, wyjmujemy rozwiertak i okręcamy go o jeden ząb naprzód. Wówczas zęby Z_1 i Z_6 nie haczą, a Z_2 i przeciwległy ząb łatwo pokonają opór bez narażania rozwiertaka na pęknięcie

Obieramy wiertło pod rozwiertak według następującej, praktycznie wypróbowanej tabeli:

do średnicy otworu \varnothing 5 mm — bierzemy wiertło o 0,2 mm mniejsze
 od „ „ „ \varnothing 5 do 25 mm „ „ o $0,2 \div 0,3$ mm „
 powyżej średnicy \varnothing 25 mm bierzemy wiertło o $0,3 \div 0,5$ mm „

Zatem na przykład po rozwiertak \varnothing 10 mm możemy użyć wiertła 9,7 mm, 9,75 mm, lub 9,8 mm.

Zasadniczą jednak rzeczą jest, aby wiertło przez wadliwe zaostrenie nie rozbiło otworu (patrz — powiększenie otworu przez wadliwie zaostrene wiertło, str. 34).

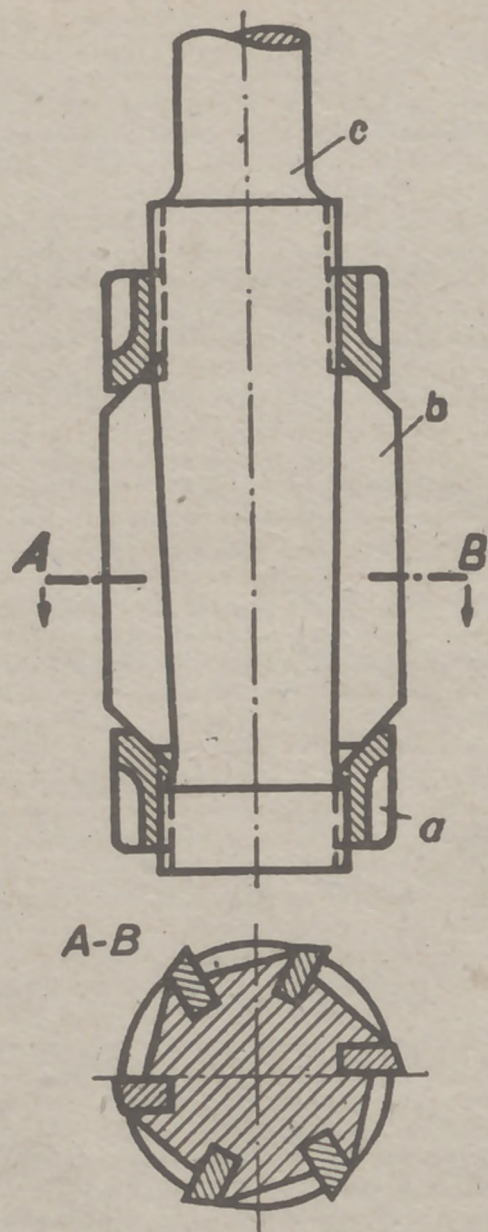
Przy rozwiercaniu stali smarujemy rozwiertak oliwą, a żeliwo rozwiercamy na sucho. Niektóre gatunki żeliwa dają przy rozwiercaniu wióry drobniutkie jak pył, który się wysypuje w dół, tak że nie trzeba czyścić rozwiertaka przy pracy.

Kupując rozwiertak, zwracamy uwagę na następujące szczegóły: Rozwiertaki mają ostrza proste (jak na rys. 153) lub śrubowe. Rozwiertakiem o ostrzach śrubowych możemy rozwiercać nawet otwory z rowkiem na klin (patrz rys. 157). Rozwiertak z ostrzami prostymi zahaczałby o rowek przy tej pracy. Poza to przy ostrzach śrubowych skrawanie następuje łagodniej, a narzędzie jak gdyby wśrubowuje się w materiał.

Spotykamy rozwiertaki z podziałką równomierną i nierównomierną (patrz rys. 158 a i b). Przy podziałce nierównomiernej, w wypadku zacięcia się rozwiertaka w otworze, wyjmujemy narzędzie i obracamy je o jeden ząb naprzód. Wówczas najwyżej połowa zębów zachwyci za zahaczone miejsca i opór pokonamy z łatwością (patrz rys. 159). Przy podziałce równomiernej, jakkolwiek wsadzamy po zahaczeniu, zawsze trafią wszystkie ostrza na raz na zadziory. Jeżeli chcemy pokonać opór siłą, grozi to ułamaniem rozwiertaka lub poszarpaniem ścian rozwiercanego otworu. Dlatego przy rozwiertakach z równomierną podziałką wkręcamy narzędzie zupełnie bez nacisku i pośpiechu, który tu prowadzi zawsze do złych rezultatów.

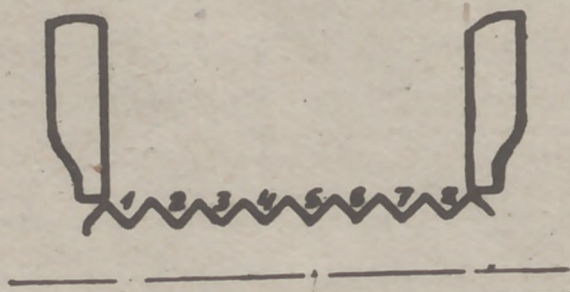
Wygodne do pracy, zwłaszcza do napraw są rozwiertarki nastawne (rys. 160), wykonane najczęściej z podziałką nierównomierną, i nieraz uźębione śrubowo. Można je przy pomocy śruby regulować i nastawiać na każdą żadaną średnicę w granicach kilku mm (np. od 18 do 22 mm). Gdy mamy do czynienia z wytartymi panewkami łożyska w jakiejś maszynie, rozwiercamy rozwiertakiem nastawnym aż do ponownego przywrócenia zużytych panewkom ich kształtu walcowego, a do rozwierconego otworu dorabiamy nowy sworzeń, bądź wpasowujemy tulejkę. Jest to szczególnie wygodne, gdy nie można zużytych panewek wytoczyć na tokarce (np. panewki resorów w samochodzie).

Rozwiertarki wszelkich typów kręcimy za ich kwadratowy chwyt. Najlepszym narzędziem do pokręcania jest pokrętka nastawna (patrz rozdział „Gwintowanie“, str. 44), gdyż można ją zakleszczyć na chwycie i ciągnąć za nią do góry.



Rys. 160

Rozwiertak nastawny: *a* — nakrętka, *b* — nożyki, *c* — trzon stożkowy. Przez dokręcanie nakrętki nożyki wychodzą na większą średnicę stożka



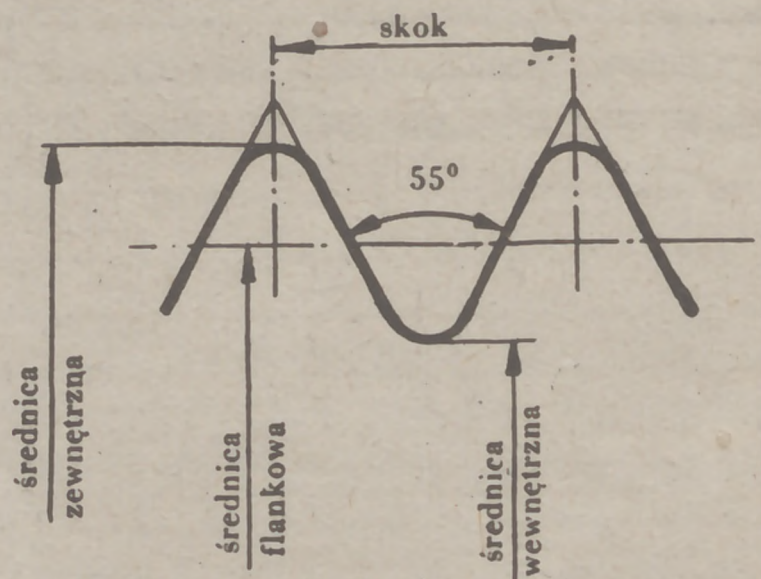
Rys. 163

Mierzenie skoku gwintu suwmiarką. Między szczękami suwmiarki jest osiem skoków. Suwmiarka nastawiona jest właśnie na 1", czyli gwint ma osiem zwojów na cal



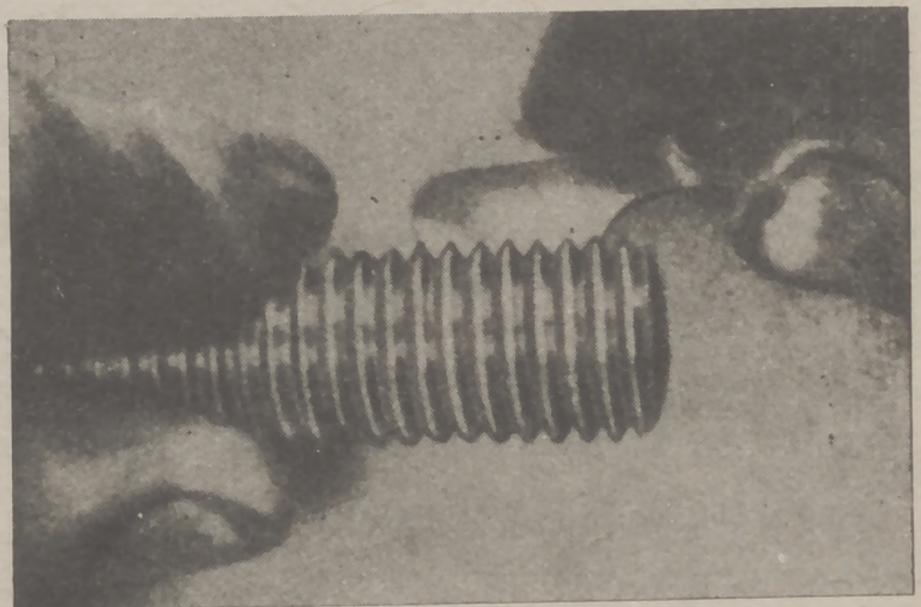
Rys. 161

Walek z kołem pasowym osadzony w łożyskach. Pasowanie łożysk — obrotowe luźne; pasowanie koła na walek — obrotowe ciasne; pasowanie pierścienia oporowego — przylgowe



Rys. 162

Gwint Whitwortha (całowy)



Rys. 164

Dokładne mierzenie skoku szablonem do gwintów (grzebykiem). Na blaszce pasującej odczytujemy skok, a często nawet nazwę gwintu

4. Rozwiercanie maszynowe

Przy dużych średnicach otworu rozwiercanie ręczne jest męczące i mało wydajne, dlatego zwłaszcza do produkcji seryjnej stosujemy rozwiercanie maszynowe w tokarce lub wiertarce. Rozwiertak maszynowy ma grubsze zęby i krótsze zacięcie stożkowe na czole. Rozwiertakiem takim można rozwiercać otwory ślepe. Dla otworów krótkich (patrz rys. 154) mocujemy rozwiertak w tulei wrzeczona, a przy długich otworach dajemy rozwiertak do oprawki wahliwej, aby się sam prowadził w otworze.

5. Rozwiercanie precyzyjne

Wysoka dokładność przy rozwiercaniu pozwala nam na wykonanie życzynego pasowania według znormalizowanego układu pasowań (patrz „Sprawdziany“ str. 16 oraz „Międzynarodowy układ pasowań ISA“ str. 63).

Dla przykładu weźmiemy tu osadzenie wałka w łożyskach, jak na rys. 161.

Wałek posiada na całej długości jednakową średnicę $\varnothing 40 \begin{smallmatrix} +0 \\ -0,016 \end{smallmatrix}$ i spoczywa w dwóch łożyskach, w których musi być luz, pozwalający na obracanie się. Według układu pasowań ISA wymiar łożyska powinien być $\varnothing 40 \begin{smallmatrix} +0,089 \\ +0,05 \end{smallmatrix}$. Jest to pasowanie obrotowe luźne, oznaczone symbolem E8 (patrz „Międzynarodowy układ pasowań ISA“ str. 63, 64).

Koło pasowe jest wprawdzie zaklinowane, ale mimo to musi też samo ze siebie siedzieć ciasno na wałku. Zastosujemy tu więc pasowanie obrotowe ciasne, oznaczone symbolem G7. Wymiar odczytany z tabeli wyniesie tu $\varnothing 40 \begin{smallmatrix} +0,034 \\ +0,009 \end{smallmatrix}$.

Najciaśniej siedzi na wałku pierścień oporowy, gdzie jest pasowanie przylgowe. Średnica wewnętrzna pierścienia wynosi w/g tabel $\varnothing 40 \begin{smallmatrix} +0,025 \\ -0 \end{smallmatrix}$. Pasowanie to oznaczone jest w tabeli symbolem H7.

Wszystkie trzy otwory, tj. w łożysku, kole pasowym i pierścieniu możemy wykonać przez rozwiercanie, lecz widzimy że potrzeba trzech różnych rozwiertaków na każde pasowanie inny, przy tej samej średnicy nominalnej $\varnothing 40$ mm. Rozwiertaki precyzyjne mają na trzonie wybitą nie tylko średnicę ale i symbol pasowania.

6. Konserwacja rozwiertaków

Ponieważ najintensywniej pracuje część stożkowa, więc też najszybciej się tępi. Nowym, dobrym rozwiertakiem można wykonać kilkaset otworów zanim się stępi. Wówczas możemy podostrzyć tylko część stożkową, aby walcowa część nie uległa zmianie i nie traciła wymiaru. Gdy z kolei trzeba ostrzyć również i część walcową, to rozwiertak może służyć już tylko na mniejszą średnicę.

Dla rozwiercań precyzyjnych stosujemy, zwłaszcza przy produkcji masowej, rozwiercanie wstępne zwyczajnym rozwiertakiem, a dokładny lecz drogi rozwiertak precyzyjny skrawa tylko ostatnich kilka setnych mm, kalibruje dokładnie otwór ale nie tępi się.

Rozwiertaki nastawne, jeśli mają służyć do rozwiercania precyzyjnego, trzeba po nastawieniu kontrolować a nieraz i szlifować. Mierzenie średnicy rozwiertaka można wykonać tylko pierścieniem kontrolnym o znanej dokładnie średnicy, bo mierzenie rozwiertaka wprost, zwłaszcza przy nierównomiernej podziałce jest niepewne. Najpewniejszym jest mierzenie pośrednie: rozwiercamy jakiś otwór na próbę i sprawdzamy jego średnicę sprawdzianem tłoczkowym, czy leży w granicach żądanej tolerancji.

Należy tu wiedzieć, że po tym samym rozwiertaku będzie inny wymiar otworu w przedmiocie ze stali, a inny u żeliwa. Materiały ciągliwe, jak stal miękka itp. zewężają się po rozwierceniu o kilka tysięcznych mm, a materiały kruche jak np. żeliwo, nie.

Rozwiertaki przechowujemy w tekturowych lub drewnianych rurkach.

I. G w i n t o w a n i e

1. Uwagi wstępne

Pomimo wysokiego stopnia zmechanizowania obróbki, gwintowanie ręczne, dzięki dobrej wydajności pracy stosuje się bardzo często.

Ręcznie gwintujemy tylko gwinty ostrokątne jednozwojne, w odróżnieniu od gwintów trapezowych, płaskich, wielozwojnych itd.

Gwinty ostrokątne są znormalizowane w dwóch układach Whitwortha i Sellersa.

2. Gwint calowy Whithwortha

Whithworth podaje wymiary gwintu w calach ang. ($1'' = 25,4 \text{ mm}$). Gwint wymiarujemy i nazywamy według jego średnicy zewnętrznej (patrz rys. 162). Gdy średnica zewnętrzna wynosi np. $1/2''$, to sworzeń z tym gwintem nosi nazwę „śruba półcalowa“, a pasujący doń gwint w otworze „nakrętka półcalowa“.

Kąt między flankami gwintu (patrz rys. 162) wynosi u Whithwortha 55° . Średnica wewnętrzna jest średnicą rdzenia śruby (bez gwintu).

Średnica flankowa jest wymiarem pośrednim między średnicą wewnętrzną a zewnętrzną.

Odległość od grzbietu do grzbietu (lub wcięcia do wcięcia) gwintu nazywamy skokiem gwintu.

U w a g a: Dla gwintów wielozwojowych liczy się skok od grzbietu gwintu do następnego grzbietu tego samego zwoju.

Skok określa się jako ilość zwojów gwintu na długości jednego cala (patrz rys. 163), gdzie widać gwint 8 zwojów na cal.

Jeden skok wynosi wtedy $1/8''$ (jedna ósma cala).

W tabelkach jest też często skok przeliczony na mm, przez podzielenie $1'' = 25,4 \text{ mm}$ przez ilość zwojów.

$$\text{Np.: } \frac{25,4}{8} = 3,175 \text{ mm}$$

Skok można mierzyć suwmiarką, obejmując rozstawem między szczękami pewną ilość zwojów, jak na rys. 163. Np. weźmiemy 5 skoków i odczytamy że mają razem długość 7,5 mm, to wówczas jeden skok ma $7.5 : 5 = 1,5$ mm.

U w a g a: Przy liczeniu skoków trzeba liczyć wyraźnie ilość odstępów między grzbietami, jak ponumerowano na rys. 163.

Dla dokładnego mierzenia skoku mamy szablon do gwintów (rys. 164), tzw. grzebyk. Składa się on z szeregu blaszek, wyciętych jak profile różnych gwintów. Wyszukujemy taką blaszkę, która dokładnie na całej długości przylega do gwintu, jak na rys. 164, a na blaszce odczytujemy wtedy ilość zwojów na cal np. 12, względnie skok, oraz często również odpowiadające temu skokowi średnice zewnętrzne śrub, np. $1/2'' - 9/16''$. Ponieważ oba te gwinty mają ten sam skok a różną różnicę, więc przez zmierzenie suwmiarką średnicy zewnętrznej stwierdzimy, którą z tych dwóch śrub mierzymy. Należy tu wiedzieć, że często śruba posiada grubość o kilka dziesiątych mm mniejszą od przepisanej tabelą średnicy zewnętrznej.

Gra tu rolę niedokładność wykonania, wytarcie, zaokrąglenie grzbietu większe niż należy, wreszcie umyślnie przewidziany i wykonany luz.

TABELA GWINTÓW CALOWYCH WHITWORTHA

Średnica zewnętrzna gwintu		Skok gwintu		Średnica wiertła pod gwintownik	Średnica wewnętrzna (rdzenia)
w calach (nazwa gwintu)	przeliczona na mm	Ilość zwojów na 1"	Skok w mm		
$3/16''$	4,762	24	1,058	3,7	3,408
$1/4''$	6,350	20	1,27	5,1	4,724
$5/16''$	7,938	18	1,411	6,5	6,130
$3/8''$	9,525	16	1,588	7,9	7,491
$7/16''$	11,112	14	1,814	9,5	8,878
$1/2''$	12,700	12	2,117	10,5	9,988
$5/8''$	15,875	11	2,309	13,5	12,917
$3/4''$	19,050	10	2,540	16,5	15,798
$7/8''$	22,225	9	2,822	20	18,611
1"	25,400	8	3,175	22,5	21,334

U W A G A: Średnica wiertła pod gwintownik podana jest dla gwintowania stali, miedzi i metali lekkich. Przy gwintowaniu żeliwa, brązu lub mosiądzu wiercimy wiertłem możliwie zbliżonym do średnicy wewnętrznej gwintu. (Patrz objaśnienie na str. 41 i 42).

3. Gwint metryczny (SI lub Sellersa)

Przy gwincie metrycznym kąt między flankami gwintu wynosi 60° (patrz rys. 165). Średnica zewnętrzna podana jest w mm i według tego wymiaru nosi gwint swą nazwę. Jeśli np. średnica zewnętrzna wynosi 10 mm, to gwint na rys. technicznym ma napis M10 i nazywamy go „śruba em dziesięć“ lub „nakrętka em dziesięć“.

Skok przy gwintach metrycznych podany jest również w mm.

Śruby metryczne, zwłaszcza małe, mają w porównaniu z równie grubymi calowymi drobniejsze wcięcia i tym samym grubszy rdzeń.

Porównajmy dwie śruby o mniej więcej tej samej średnicy zewnętrznej: $1/4''$ oraz M6. Widzimy z tabeli, że calowa ma skok 1,27 mm a metryczna tylko 1 mm. Zwoje tego gwintu metrycznego są więc drobniejsze, czyli łatwiejsze do nacięcia, oraz rdzeń mocniejszy. Stąd we wszelkich konstrukcjach przeważa obecnie gwint metryczny, zwłaszcza gdy chodzi o małe śrubki.

Mierzenie skoku gwintu metrycznego odbywa się w ten sam sposób jak calowego, suwmiarką lub grzebykiem. Ponieważ u gwintów metrycznych ten sam skok ma zawsze cała grupa gwintów o różnych średnicach, więc na grzebyku jest tylko napis oznaczający skok w mm. Średnicę odmierzymy suwmiarką.

TABELA GWINTÓW METRYCZNYCH SELLERSA

Nazwa gwintu, równocześnie średn. sworznia do gwintowania narzynką	Skok mm	Średnica wewnętrzna	Średnica wiertła pod gwintownik
M 2	0,4	1,48	1,6
M 3	0,5	2,35	2,5
M 4	0,7	3,09	3,25
M 5	0,8	3,96	4,2
M 6	1	4,61	5
M 8	1,25	6,24	6,7
M 10	1,5	7,916	8,5
M 12	1,75	9,570	10,0
M 14	2	11,222	11,75
M 16	2	13,222	13,75
M 20	2,5	16,528	17,25

4. Gwinty drobne calowe i metryczne.

Poza wymienionymi w powyższych tabelach Whitworth i Sellers znormalizowali jeszcze grupę gwintów o drobnych zwojach.

Gwint metryczny drobny wypiera już niemal całkowicie używany dawniej w mechanizmach precyzyjnych gwint Löwenherza o kącie między flankami $53^{\circ} 8'$. Gwint calowy drobny zarzucony dziś jest też niemal całkowicie, za wyjątkiem kilku wypadków szczególnych, jak np. gwint na osi pedału rowerowego i korbie (przytem lewy pedał ma lewy gwint, a prawy pedał prawy).

Jedynie grupa gwintów calowych do łączenia rur, tzw. gwinty gazowe, są jeszcze stale w użyciu i dlatego omówimy je obszerniej.

Gwinty te dadzą się nacinać na cienkiej ściance rury i dzięki drobnym zwojom posiadają szczelność połączenia, potrzebną przy rurach wodociągowych i gazowych (stąd nazwa gwintu).

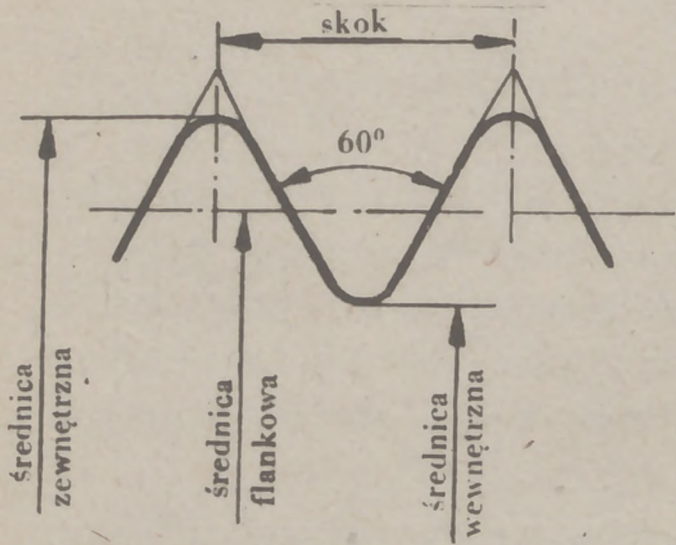
Wymiarem, według którego gwint nosi swą nazwę, jest mierzona w calach wewnętrzna średnica (prześwit) rury, na której na zewnątrz nacięto dany gwint (patrz rys. 166). Na rysunku technicznym oznacza się np. $G 1/2''$, co oznacza, „gwint gazowy pół cala“. Rura z tym gwintem posiada prześwit $1/2'' = 12,7$ mm. Gwinty gazowe używa się do wszystkich smarownic, typu Stauffera i innych.

TABELA NAJCZĘŚCIEJ SPOTYKANYCH GWINTÓW GAZOWYCH

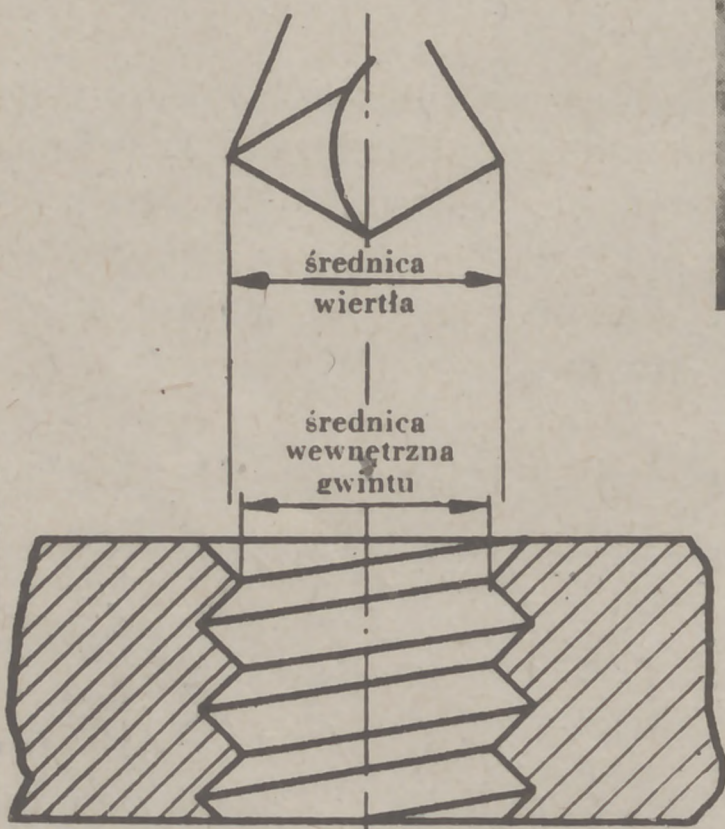
Nazwa gwintu, zarazem średnica wewnętrzna rury	Średnica zewnętrzna gwintu	Średnica wewnętrzna gwintu	Ilość zwojów z na 1"	Skok przeliczony na mm $\cdot \frac{25,4}{z}$	Średnica wiertła pod gwintownik
G $1/8''$	9,728	8,566	28	0,907	8,7
G $1/4''$	13,157	11,445	19	1,337	11,5
G $3/8''$	16,662	14,950	19	1,337	15
G $1/2''$	20,955	18,631	14	1,814	18,8
G $3/4''$	26,441	24,117	14	1,814	24,3

5. Nacinanie gwintu wewnętrznego gwintownikami

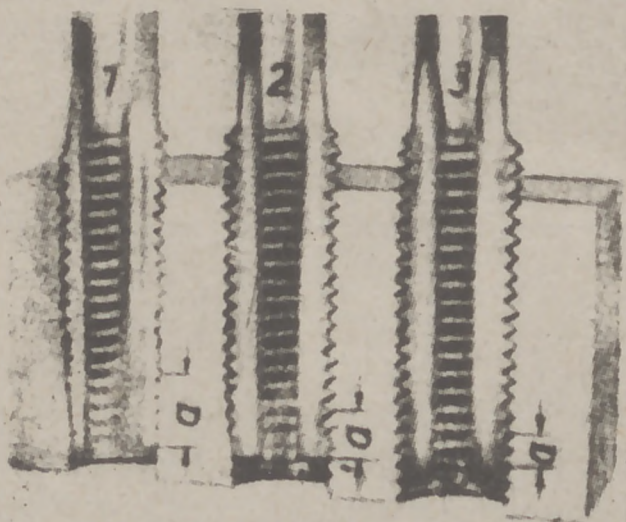
a. Dobór wiertła do wiercenia otworu pod gwint. Właściwe gwintowanie poprzedzone jest zawsze wierceniem. Jak wynika z rys. 167, wiercimy otwór większy aniżeli średnica wewnętrzna gwintu, a to dlatego, że podczas gwintowania mamy nie tylko skrawanie, ale i rozpychanie materiału, przeto na wierzchołkach nacinanego gwintu



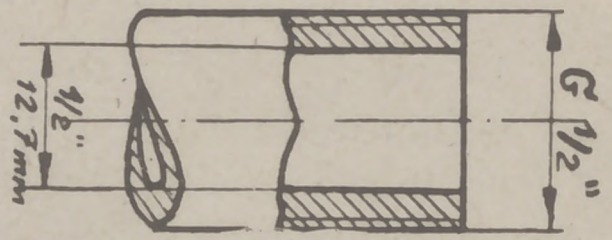
Rys. 165
Gwint metryczny



Rys. 167
Wiertło pod gwintownik jest przy gwintowaniu stali nieco większe od średnicy wewnętrznej gwintu



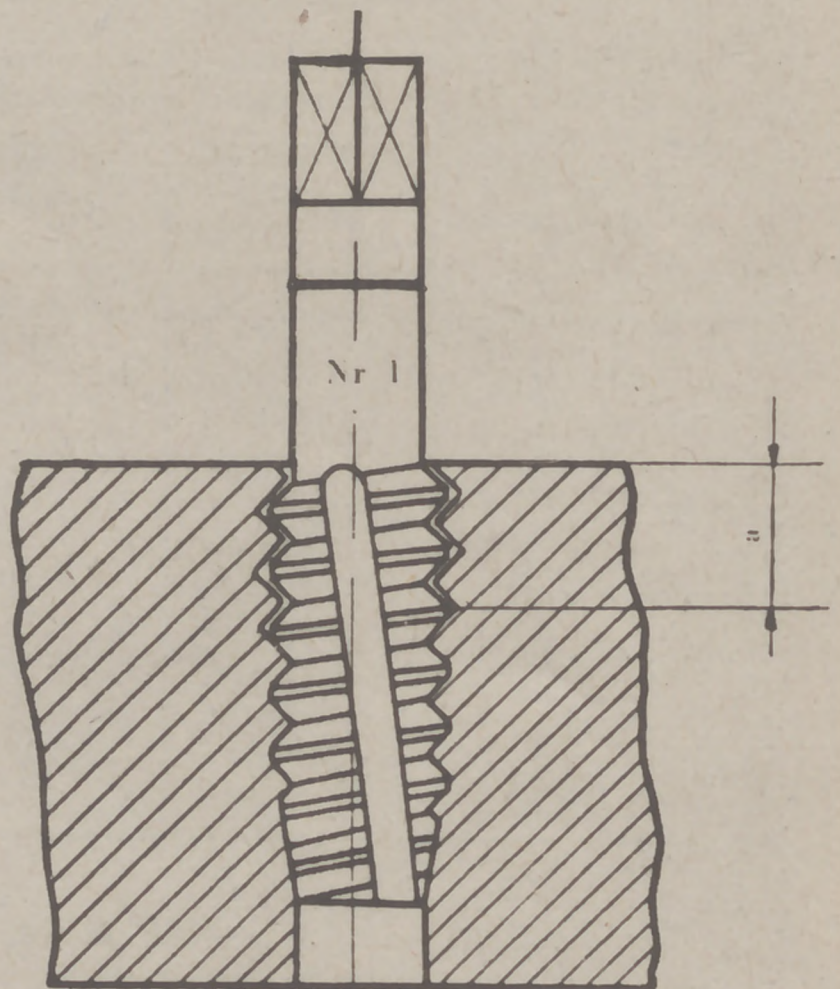
Rys. 169
Komplet gwintowników nr 1 nr 2 i nr 3
Zacięcie stożkowe a u pierwszego gwintownika najdłuższe



Rys. 166
Gwint gazowy pół cala, tj. nacięty na rurze o prześwicie 1/2\"/>



Rys. 168
Gwintownik pokręcamy pokrętką. Gdy się gwintownik zatnie, cofamy go w lewo dla złamania wióra. Przy gwintowaniu stali trzeba oliwić!



Rys. 170
Gwintowanie otworu długiego: gdy gwintownik nr 1 utknął, wycięliśmy gwintownikiem nr 2 pierwsze trzy zwoje (odcinek a), przez co gwintownik pierwszy po ponownym wprowadzeniu lekko przechodzi na wylot

powstaje zadziór. Zwłaszcza przy stali miękkiej i innych materiałach ciągliwych, w czasie gwintowania średnica wywierconego prześwitu maleje. W tabelach znajduje się rubryka „średnica wiertła pod gwintownik“ wypełniona na podstawie praktycznych doświadczeń. Dane te są ważne przede wszystkim przy gwintowaniu w miękkiej stali. Przy gwintowaniu w żeliwie, brązie lub mosiądzu wiercimy otwór wiertłem możliwie najbardziej zbliżonym do średnicy wewnętrznej gwintu.

Jeżeli użyjemy wiertła większego niż podaje tabela, gwint wypadnie niepełny, czyli jest znacznie osłabiony. Gdy wywiercimy otwór wiertłem zamałym, to obciążenie gwintownika jest bardzo duże, w rezultacie gwintowniki szybko się tępią i bardzo często łamią. Dlatego kupujemy specjalne wiertła o podanych w tabeli wymiarach, a ten mały wydatek nam się opłaci przez bardzo znaczne oszczędzenie gwintowników.

b. Gwintowanie otworów na wylot. Do gwintowania otworów służy komplet złożony z trzech gwintowników (do gwintów drobnych często tylko z dwóch). Na trzonku gwintownika jest wybity symbol jego gwintu, np. 1/4" lub M 8 albo G 3/8".

Przedmiot z wywierconym otworem mocujemy w imadle i wprowadzamy do otworu pierwszy gwintownik (oznaczony numerem lub jednym prążkiem). Posiada on długie zacięcie stożkowe i przytępione ząbki. Wkładamy gwintownik możliwie prosto do otworu, nakładamy pokrętkę, wpuszczamy parę kropli oliwy, i okrecamy gwintownik po pół obrotu w prawo, potem ćwierć obrotu w lewo dla złamania wióra. Po przejściu na wylot przepuszczamy podobnie drugi i trzeci gwintownik (patrz rys. 168).

Gwintowniki Nr 2 i Nr 3 posiadają zacięcie stożkowe coraz to krótsze i ząbki gwintu coraz pełniejsze, tak że po przejściu trzeciego gwintownika gwint jest już nacięty (patrz rys. 169).

Podczas pracy stale patrzymy, aby gwintownik wchodził prosto do otworu, żeby gwint nie wypadł krzywo.

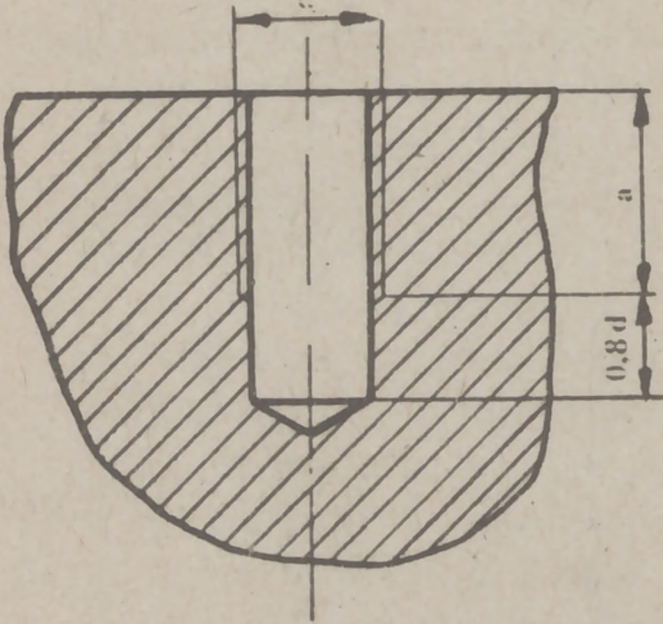
Przy gwintowaniu stali oliwiny gwintownik, a przy żeliwie smarujemy olejem rzepakowym lub gwintujemy ostrożnie na sucho.

Aby gwintowników nie narażać na pęknięcie, nie wolno, gdy się gwintownik zatrze, pokonywać opór „na siłę“, lecz trzeba wówczas cofnąć gwintownik, zczyścić z wiórów, posmarować i ponownie wprowadzić do otworu.

c. Gwintowanie otworów długich. Długim nazywamy taki otwór, gdzie długość jest znacznie większa od średnicy (porównaj rys. 154).

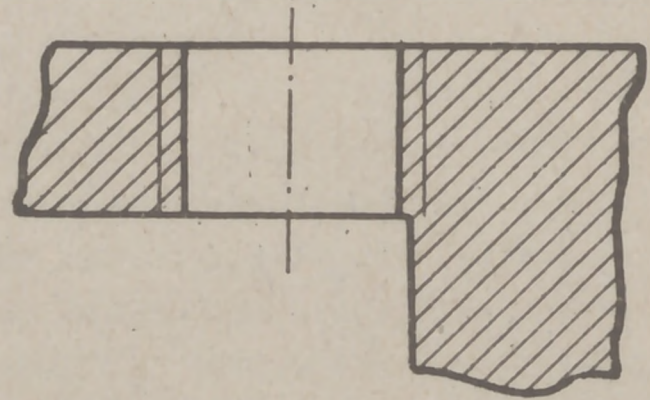
Przy gwintowaniu takich otworów, szczególnie gdy pracujemy małymi gwintownikami calowymi, zdarza się dość często, że pierwszy gwintownik wszedłszy dość głęboko utyka w otworze, bo duża ilość ostrz skrawa jednocześnie, trzonek gwintownika nie może tego obciążenia wytrzymać i ukreca się.

Aby temu zapobiec, wykręcamy gwintownik, gdy tylko czujemy w palcach, że opór jest za duży, i chociaż pierwszy gwintownik nie przeszedł jeszcze na wylot, wprowadzamy do otworu gwintownik Nr 2.



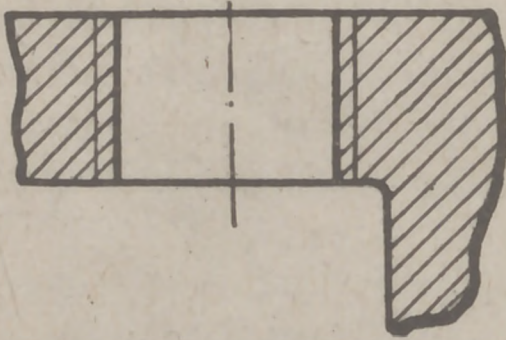
Rys. 171

Gwintowanie otworu ślepego: a — część użyteczna gwintu. Jeżeli niema w rysunku wymiaru, to a wynosi co najmniej tyle ile średnica gwintu d . Wiercić trzeba co najmniej o $0,8d$ głębiej niż a



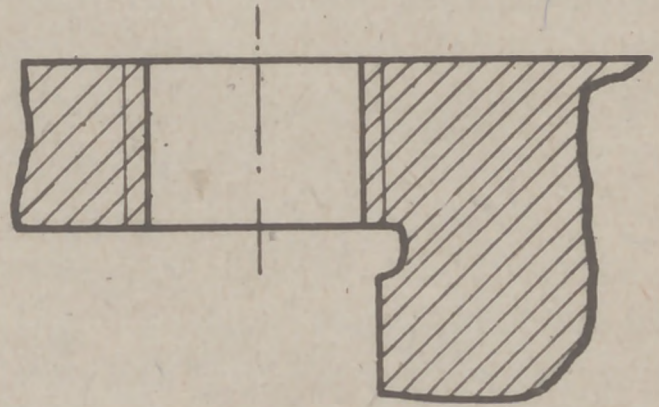
Rys. 172 a

Gwintownik nr 2 pęknie przy gwintowaniu takiego otworu, gdzie gwint zachodzi za ściankę przedmiotu



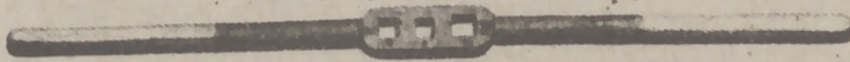
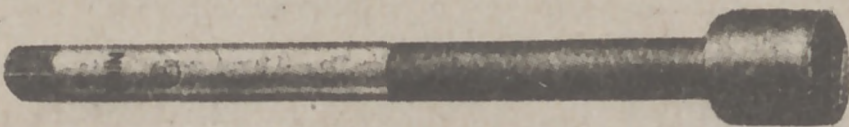
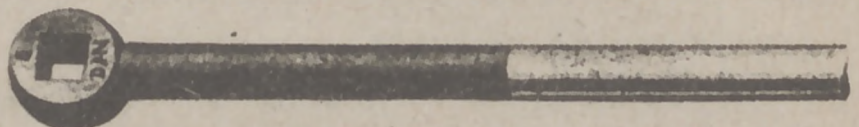
Rys. 172 b

Otwór gwintowany powinien być w pewnym oddaleniu od ścianki otworu



Rys. 172 c

W razie gdy otwór gwintowany musi być przy ściance, podcinamy rowek i wycofujemy gwintowniki, jak z otworu ślepego

Rys. 173 a
Pokrętka stałaRys. 173 b
Przedłużacz na gwintownik dla głębokich gwintowańRys. 173 c
Pokrętka jednoramienna do obracania gwintowników w otworach niedostępnych

Ten gwintuje nam pierwszych kilka zwojów nieco głębiej niż pierwszy, ale potem też utyka. Wtedy jednak możemy ponownie gwintować pierwszym, bo pierwsze zwoje pogłębione drugim gwintownikiem nie stawiają pierwszemu żadnego oporu (patrz rys. 170) i wejdzie on głębiej. Powtarzamy tę zmianę tak długo, aż przegwintujemy otwór na wylot. W szczególności ciężkim wypadku dopomagamy sobie nawet i trzecim gwintownikiem.

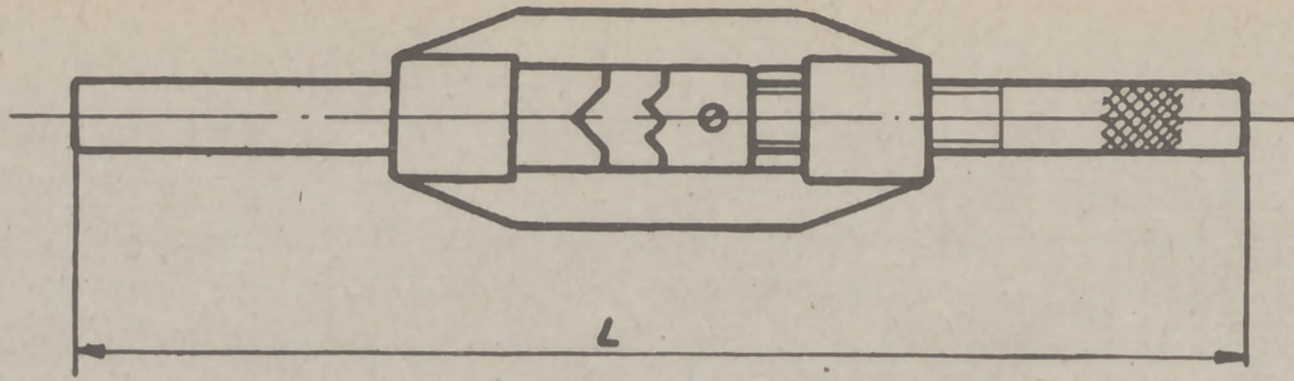
d. Gwintowanie otworów ślepych — jest pracą uciążliwą, bo stale trzeba wykręcać gwintowniki i doszczętnie usuwać wszystkie wióry, w przeciwnym razie natychmiast gwintownik pęka. Jeżeli przedmiot gwintowany jest ciężki (np. korpus obrabiarki) i nie można nim potrząsać dla wysypania wiór, to wydmuchujemy je pompką z wężykiem (np. pompką rowerową).

Na rysunku technicznym podaje się przy wymiarowaniu głębokości gwintu ślepego tylko długość jego części użytecznej (rys. 171), natomiast wiercić trzeba głębiej, i to co najmniej o 0,8 średnicy gwintu. Przy otworze ślepym gwintownik nigdy nie powinien oprzeć się czołem o dno otworu, bo wówczas nawet przy lekkim pokręceniu zrywa się gwint lub łamie się gwintownik.

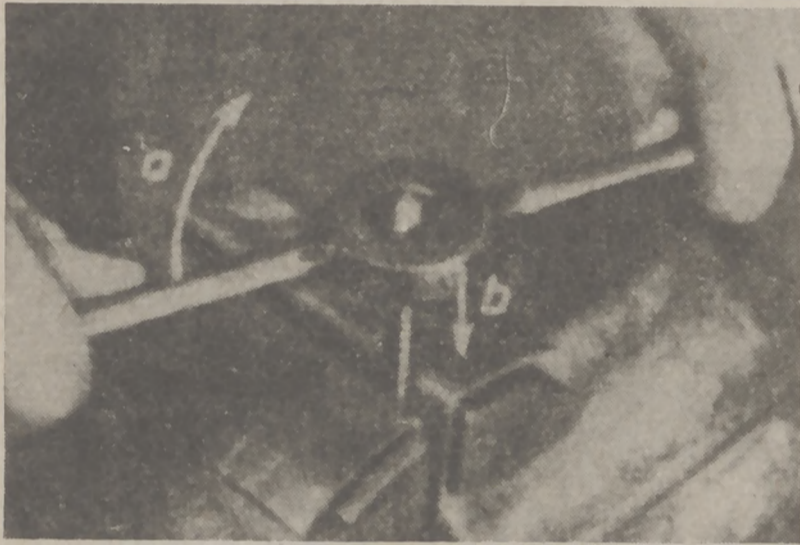
e. Przyczyny pękania i usuwanie złamanych gwintowników. Gwintowniki wykonuje się ze stali narzędziowej węglowej lub niskostopowej i hartuje bardzo wysoko. Daje to gwintownikowi dużą twardość i zapewnia wydajną pracę, lecz wyklucza możliwość nawet małego ugięcia. Nie można więc np. gwintować otworu, gdzie gwintownik po przejściu zadziera jedną krawędzią o ściankę (rys. 172 a). W takiej sytuacji pęknie nawet bardzo gruby gwintownik. Dajemy więc gwint nieco dalej od ścianki (rys. 172 b), lub robimy małe podcięcie jak na rys. 172 c i wycofujemy gwintownik po nagwintowaniu.

Gwintowniki od 4 mm wzwyż mają trzonek cieńszy od części roboczej, więc mogą przejść przez gwintowany otwór na wylot. Mniejsze musimy zawsze wycofywać, bo trzonek gwintownika jest za gruby. Gwintowniki wykonuje się z trzema lub czterema rzędami ostrz; rowki między ostrzami bywają proste lub śrubowe. Ostrza gwintownika mogą być szlifowane lub tylko gryzowane przed hartowaniem. Wszystkie te czynniki wpływają na cenę gwintownika, ale zawsze opłaci się kupić narzędzie lepsze. Tak więc gwintowniki szlifowane skrawają znacznie łatwiej i mają większą wydajność, rowki śrubowe na gwintowniku zmniejszają niebezpieczeństwo zerwania gwintu, a gwintowniki o czterech rzędach ostrz są masywniejsze od trójostrzowych. Przy dobrym narzędziu niebezpieczeństwo połamania maleje.

Gdy gwintownik pęknie przy pracy, a jakaś część jego jeszcze sterczy z otworu, to można szczypcami lub cęgami go wykręcić. Jeżeli złamany kawałek jest niezbyt głęboko, wkładamy w rowki między ostrzami gwintownika stalowe druty, których końce chwytnymi szczypcami uniwersalnymi i kręcimy. W wypadku gdy ułamany kawałek jest za głęboko, trzeba go zagrzać palnikiem acetylenowym na kolor czerwony,



Rys. 174
Pokrętka nastawna do gwintowników, roz-
wiertaków itp



Rys. 175 a
Nacinanie gwintu na sworzniu narzynką stałą



Rys. 175 b
W oprawkę można mocować narzynki do
różnych gwintów



Rys. 176 a
Gwint w środku sworznia można zrobić tylko
narzynką dwudzielną



Rys. 176 b
Czubek sworznia obrabiamy stożkowo dla
łatwiejszego wprowadzenia narzynki



Rys. 177 a
Narzynka dwudzielna, używana do dużych
i małych gwintów



Rys. 177 b
Gwintownica do gwintów gazowych

aby się wyżarzył, a gdy jest odhartowany, przewiercamy go wiertłem o odpowiedniej średnicy w/g tabelki.

Jeżeli mamy lewe wiertła, wtedy możemy wziąć takie wiertło nawet o mniejszej średnicy, zamocować je w ręcznej wiertarce i kręcić korbą w lewo, a gwintownik się wykręci, gdy tylko wiertło załapie. W braku lewego wiertła krętego robimy sobie także wiertło piórkowe (patrz: Inż. A. Michalik „Obróbka metali przez skrawanie“. Rozdział V, Wiercenie — oraz tablica nr 30).

f. Pokrętki do gwintowników. Przyczyną ułamania gwintownika może być między innymi za długa pokrętka. Do całej serii gwintowników bywa nieraz tylko jedna duża pokrętka, dopasowana swą długością do największego gwintownika w danej serii (np. 1/2"). Otwory i chwytów kwadratowe są znormalizowane i dobrane w ten sposób, że pokrętka ciasno siedzi na gwintowniku. Jeżeli to pasowanie nie jest dokładne, to chwyt i otwór szybko się niszczą. W pokrętce znajduje się szereg otworów, dla większych i mniejszych gwintowników (rys. 173 a). Dla pokręcania w miejscach niedostępnych mamy pokrętki jednoramienne (rys. 173 b), a dla gwintowania głębokiego przedłużacz (rys. 173 c).

Bardzo wygodna w pracy jest pokrętka nastawna (rys. 174), ponieważ można nią chwytać za kwadraty różnej wielkości i używać do wielu celów.

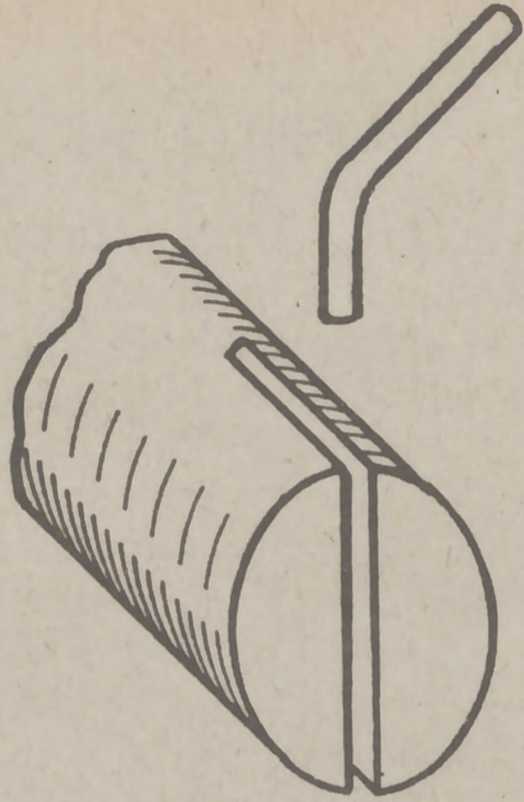
Dla niewprawnych w gwintowaniu lepiej jest używać pokrętki za krótkiej, wtedy niebezpieczeństwo ukręcenia gwintownika jest mniejsze. Poniższa tabelka podaje orientacyjne długości pokrętek:

Zalecona długość pokrętki (wymiar L na rys. 174) wynosi w przybliżeniu:

dla gwintów od 2 do 5 mm	wynosi	długość L	do 100 mm
„ „ 5 do 8 mm	„ „	„	180 mm
„ „ 8 do 12 mm	„ „	„	250 mm
„ „ ponad 12 mm	„ „	„	300 mm

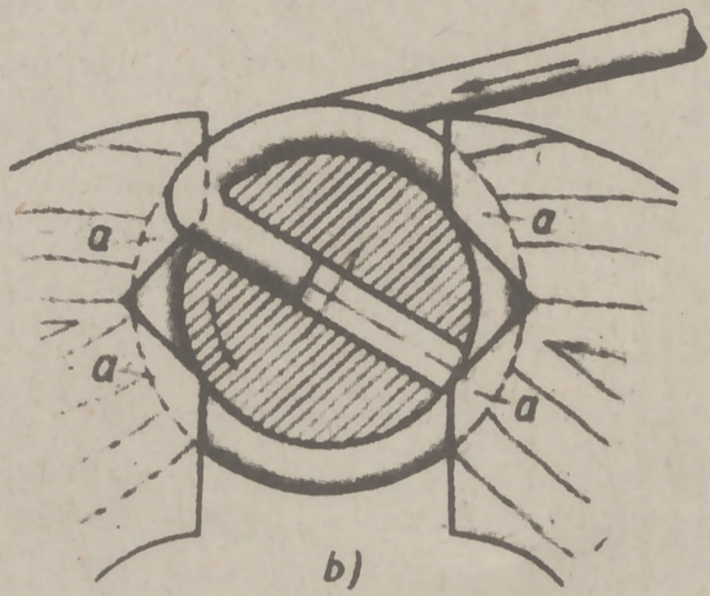
6. Ręczne nacinanie gwintu na sworzniach

a. Narzynka stała. Do małych gwintów do 10 mm średnicy używa się często narzynkę stałą (rys. 175 a). Dla każdego gwintu zakładamy w oprawkę inną narzynkę (rys. 175 b). Narzynka jest wykonana ze stali narzędziowej i posiada rozcięcie, które w granicach sprężynowania materiału pozwala na lekkie domknięcie przez docisk śrubkami. Średnice zewnętrzne nożyków są znormalizowane; najczęściej spotykana średnica wynosi 25 mm. Na nożyku jest wybity napis, oznaczający rodzaj gwintu. Narzynki stałe wykonują gwint od razu na ostateczną średnicę, za jednym przejściem, dlatego nie można ich używać do dużych gwintów. Najważniejszą zaletą narzynek stałych jest osiągnięcie od razu średnicy przepisanej w normach. Bez konieczności dalszego sprawdzania mamy pewność, że gwint jest wykonany dokładnie. Można jednak wykonywać nimi gwint tylko na końcu sworznia, jak na rys. 176 b. W wypadku gdy



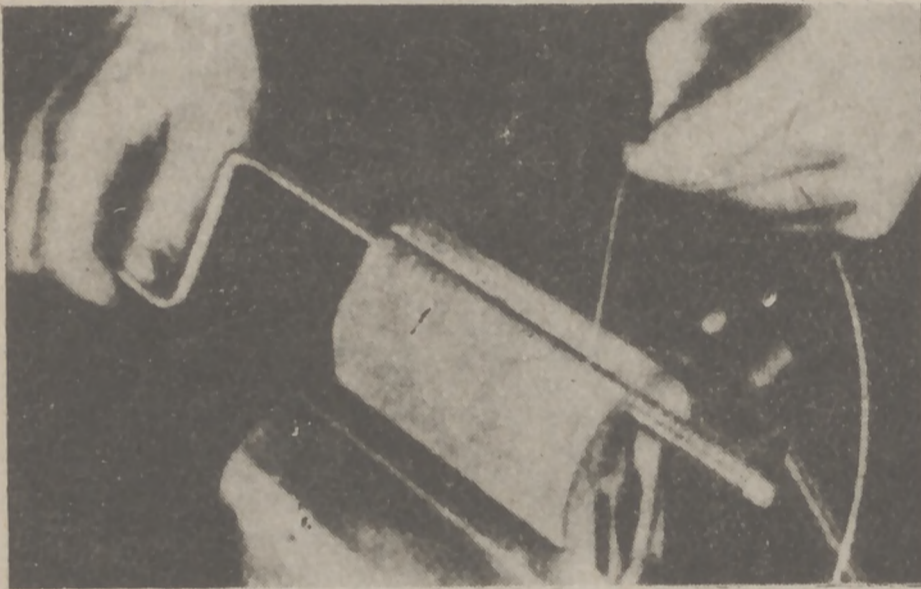
Rys. 178 a

Rdzeń do nawijania sprężyny ma na końcu rozcięcie, w które wkładamy zagięty koniec drutu



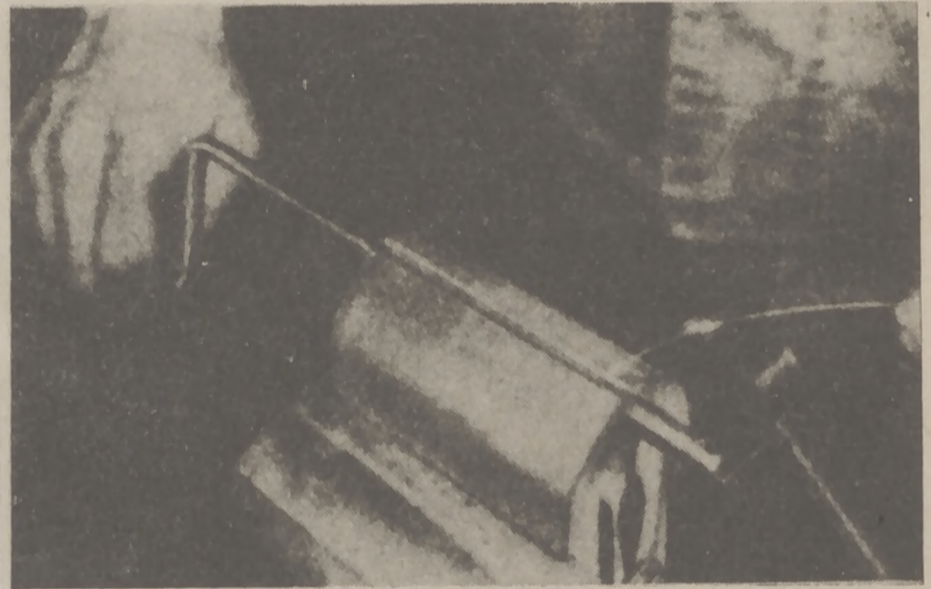
Rys. 178 b

Rdzeń wraz z drutem osadzamy w drewnianych (lub ołowianych) przyzmatycznie wyciętych szczękach, a te w imadle; a — drut wciśnięty w szczęki



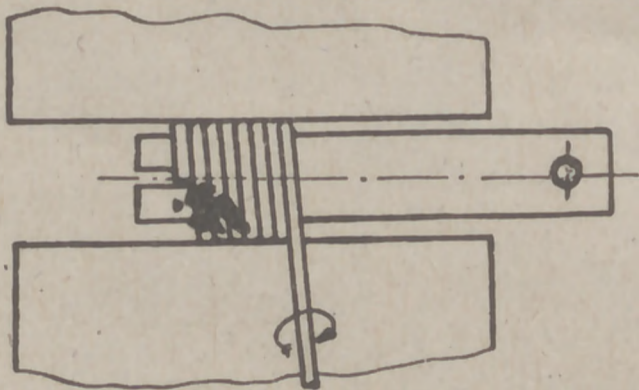
Rys. 179 a

Gdy wprowadzamy drut pochyło, sprężyna otrzymuje duży skok, jaki potrzebny jest dla sprężyny ściskanej



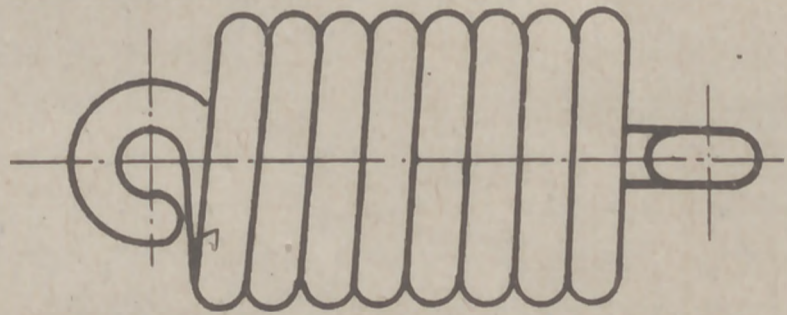
Rys. 179 b

Gdy drut pochylamy w kierunku zwiniętych zwojów, powstaje mały skok czyli sprężyna rozciągana



Rys. 179 c

Gdy zwoje sprężyny mają być dociśnięte do siebie, skręcamy drut w czasie nawijania



Rys. 180 a

Sprężyna rozciągana ma zwoje gęsto nawinięte, a na końcach uszka. Uszka muszą być w osi sprężyny

gwint jest w środku wałka, jak na rys. 176 a, nie możemy użyć narzynki stałej, bo dla niej trzeba koniec sworznia obrobić stożkowo, jak to widać na rys. 176 b.

Narzynkę stałą wprowadzamy na wałek, zwracając uwagę na proste prowadzenie jej po sworzniu. W wypadku pochylenia lub skręcenia narzynki, nacinany gwint będzie krzywy. Podczas nacinania oliwimy i pokręcamy po pół obrotu na przód (w prawo) i cofamy o ćwierć obrotu w lewo. Gdy tylko nożyk zapcha się wiórami czyścimy go i stale oliwimy.

b. Narzynka dwudzielna. Jest to narzędzie o znacznie szerszym zakresie pracy niż narzynka stała. Składa się ona z oprawki i wymiennych nożyków, które wkłada się parami w dokładną prowadnicę oprawki i dociska śrubą. Szczęki wkładamy do oprawki według numerów (1 i 2) nabitych na oprawce i na szczękach. Na szczękach są nabite również nazwy danego gwintu. Szczęki mają od góry (od strony napisów) zęby wykształcone na pełny gwint, a od spodu pierwsze zęby przytępione. Rozpoczynamy pracę przez rozsuniecie i nałożenie narzynki na sworznię napisami do góry. Skręcamy teraz śrubę aż szczęki oprą się na wałku i wlewamy na ostrza oliwę (rys. 177 a). Gdy nożyki opierają się na sworzniu, narzynka tym samym stoi prosto, zatem niebezpieczeństwo nacięcia gwintu krzywo jest mniejsze niż przy narzynce stałej. Pokręcamy teraz po pół obrotu w prawo i ćwierć obrotu w lewo, a gdy tylko rowki między ostrzami się zapełnią wiórami, rozkręcamy szczęki, czyścimy je dokładnie i oliwimy. Wielką zaletą narzynki dwudzielnej jest możliwość nacinania gwintu stopniowo, tak że nie ma niebezpieczeństwa zerwania gwintu przez skrawanie całej głębokości na raz. Normalnie po dwóch do trzech przejściach narzynki, gwint nawet gruby, jest już nacięty. Sprawdzamy średnicę suwmiarką a gwint nakrętką, a jeśli jest gwint za ciasny, możemy go jeszcze wygładzić przez dodatkowe przepuszczenie narzynki. Dzięki nastawialności narzynki można uzyskać każde dowolne pasowanie nacinanego gwintu w narzynce.

Gdy trzeba sworznię nagwintować aż do odsadzenia jak na rys. 176 a, to obracamy narzynkę napisami w dół i korzystamy z pełnych nożyków wierzchnich.

c. Gwintownica do gwintów gazowych. Do nacinania gwintów gazowych na rurach są specjalne gwintownice z przestawianymi nożykami (rys. 177 b). Można taką narzynką nacinać gwinty o różnych średnicach i tych samych skokach, np. od $G 1/4'' \div G 3/8''$.

d. Dobór średnicy sworznia przy gwintowaniu narzynką. W czasie nacinania gwintu na sworzniu stwierdzamy, że średnica zewnętrzna gwintu zwiększa się na skutek wspomnianego już rozpychania materiału.

Przy nacinaniu gwintów calowych bierzemy więc wałek pod narzynkę o średnicy kilka dziesiątych mm mniejszej. Jeżeli zatem wałek jest za gruby, to trzeba go otoczyć, względnie można po pierwszym przejściu narzynki opiłować pilnikiem.

Gdy nacinamy gwinty metryczne, możemy użyć sworzni o średnicy nominalnej (więc np. dla gwintu M 10 bierzemy sworznię \varnothing 10 mm); ponieważ powiększenie się średnicy jest już przewidziane wymiarami gwintu, a nakrętka lub otwór gwintowany gwintownikiem będą właśnie pasować.

J. Zwijanie sprężyn

1. Zwijanie ręczne w imadle

W warsztacie ślusarskim, zwłaszcza naprawczym trzeba nieraz zrobić pojedynczą sprężynę. Do takiej jednostkowej produkcji stosujemy zwijanie w imadle. Do nawijania służy nam korba na końcu rozcięta; w rozcięcie to wsadzamy zagięty koniec drutu (rys. 178 a), poczem chwytamy korbę w imadło przez pryzmatycznie wydrążone miękkie szczęki ołowiane lub drewniane (rys. 178 b). Kręcąc korbą w prawo, otrzymamy sprężynę prawozwojną, lub przez okręcanie w lewo powstanie sprężyna lewozwojna.

Gdy pochylamy drut ukośnie, jak na rys. 179 a, zwoje sprężyny będą w dużych odstępach jeden od drugiego (duży skok), jeżeli trzymamy drut prostopadle do korby (rys. 179 b), zwoje sprężyny będą w małych odstępach ułożone (mały skok). Gdy zależy nam na tym, aby zwoje były nie tylko jeden obok drugiego, ale aby były jeszcze dociśnięte do siebie z pewną siłą, to podczas kręcenia korbą skręcamy jednocześnie drut, jak to przedstawia rys. 179 c.

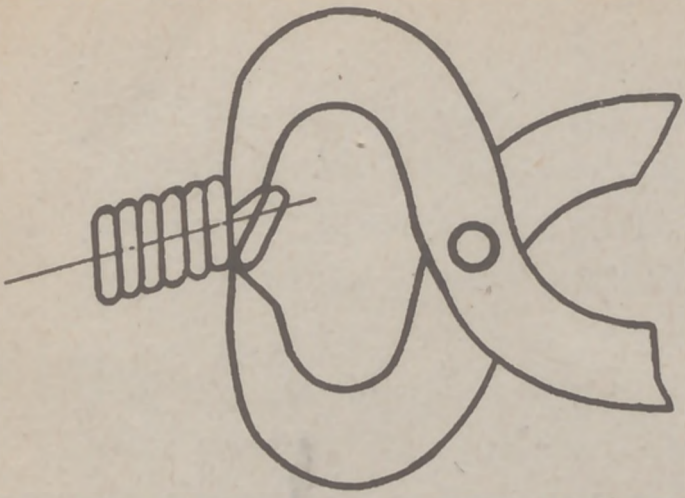
2. Materiał na sprężyny

Jako materiał służy nam drut stalowy na sprężyny. Przy armaturach spotykamy czasem druty mosiężne lub ze stali nierdzewnej. Przy grubościach drutu do 2,5 nawijamy sprężyny z drutu już hartowanego. Przy drucie grubszym, a często nawet już od 2 mm, zwija się sprężyny z drutu wyżarzonego a następnie hartuje.

Przy produkcji jednostkowej jest to jednak skomplikowane, bo zahartowanie pojedynczej sprężyny improwizowanymi środkami jest bardzo trudne i ryzykowne. Sprężyny hartujemy przy kolorze ciemno-wiśniowym w oliwie, i jeśli trzeba, odpuszczamy.

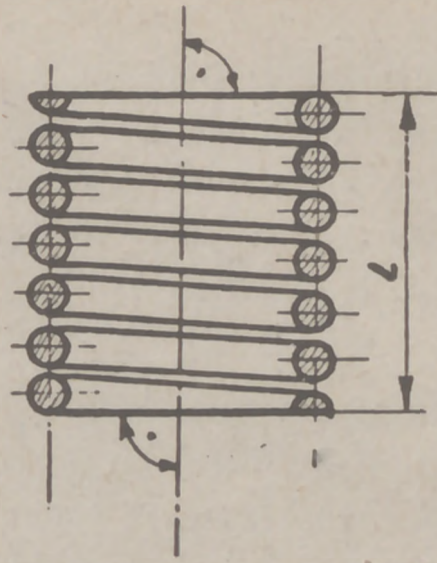
3. Rodzaje sprężyn

a. Sprężyny rozciągane. Sprężyny te przy obciążaniu wydłużają się, a w stanie luźnym zwoje są możliwie blisko jeden drugiego. Z obu końców mają te sprężyny uszka do zaczepienia (rys. 180 a). Uszka do zahaczenia sprężyny powinny być dokładnie w osi, bo inaczej przy rozciąganiu sprężyna się krzywi. Uszka wykonujemy przy cienkim drucie na zimno, przez odgięcie cążkami pierwszego zwoju (rys. 180 b) i następnie przegięcie go szczypcami na środek sprężyny. Przy grubym drucie robimy uszko na gorąco: wyżarzamy pierwszy zwój tak, aby reszty sprężyny nie odhartować. W tym celu rozgrzewamy kawałek żelaza na



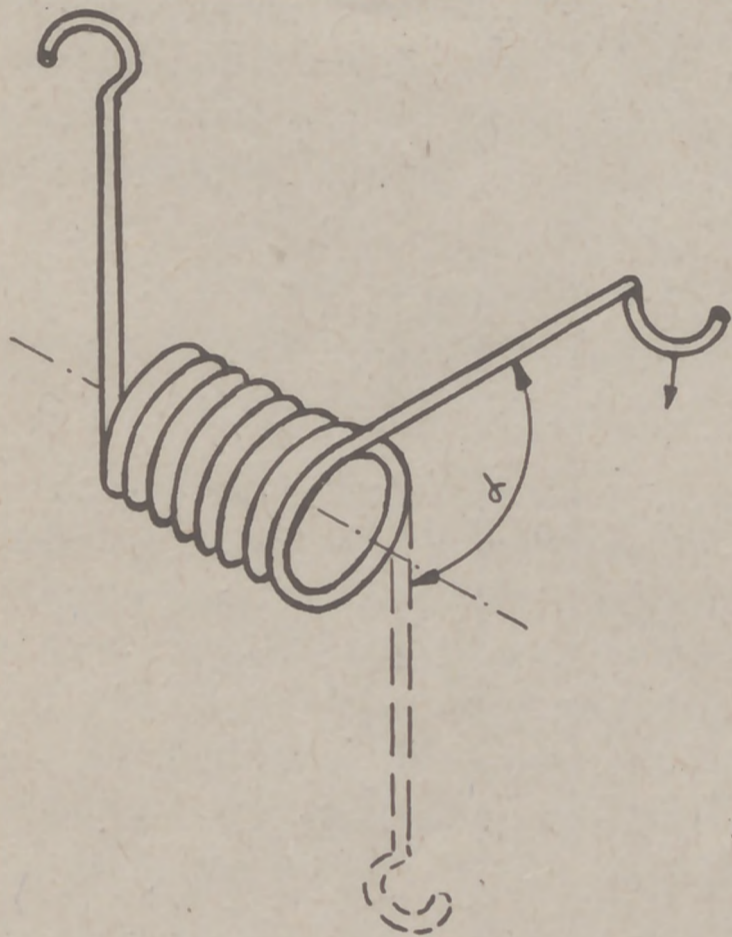
Rys. 180 b

Odręcznie robimy uszko z pierwszego zwoju przez podważenie go cążkami i wykręcenie szczypcami na środek sprężyny



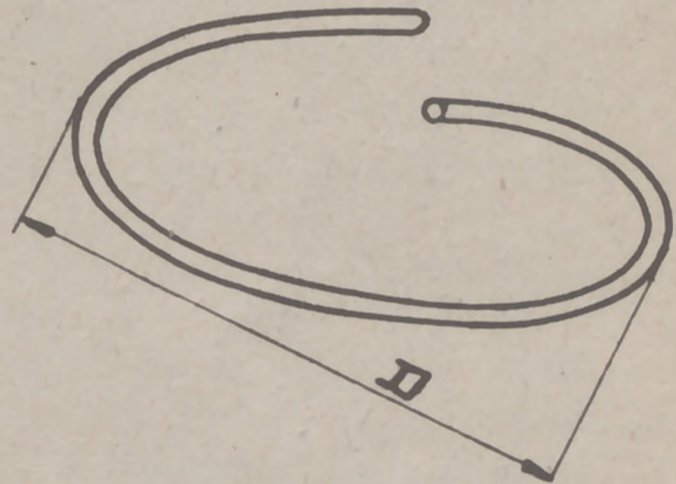
Rys. 181

Sprężyna ściskana ma końcowe zwoje zeszlifowane na płask, aby miała dobre oparcie prostopadle do osi



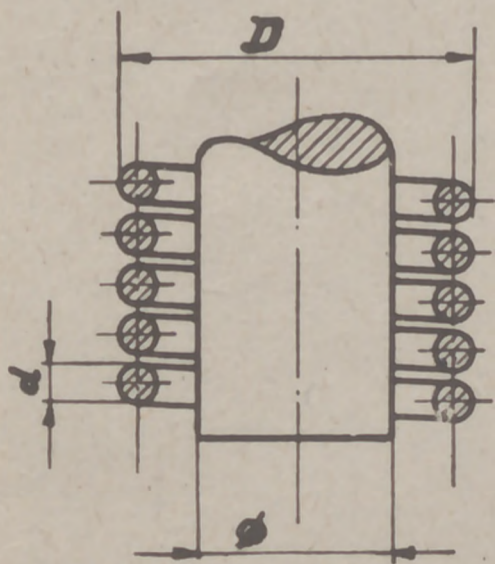
Rys. 182

Sprężyna skręcana pracuje tylko w kierunku zwijania, jak strzałka na rysunku



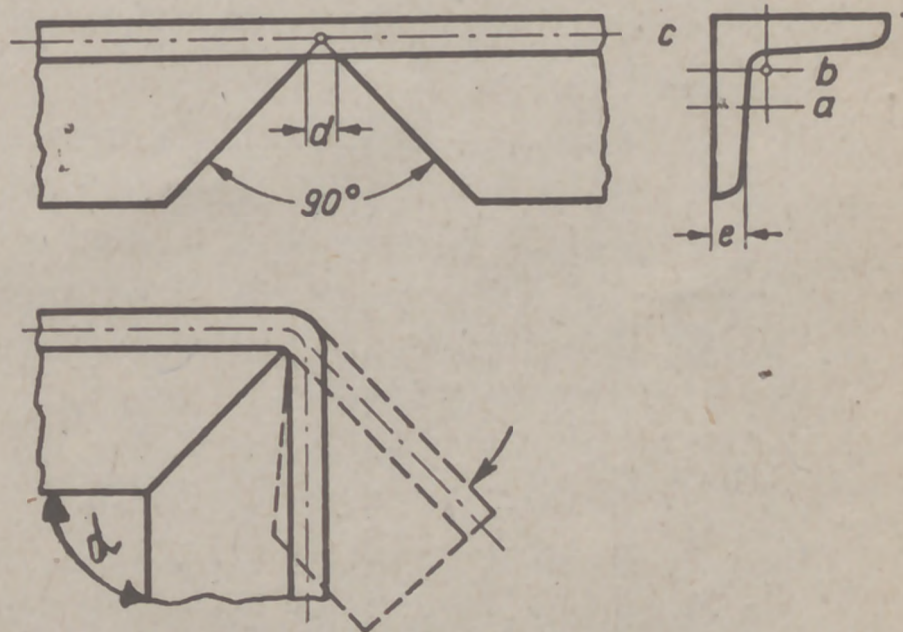
Rys. 183

Długość jednego zwoju sprężyny przyjmujemy jako obwód koła o średnicy D



Rys. 184

Średnicę rdzenia ϕ przyjmujemy równą $0,8(D - 2d)$ uwzględniając z przybliżeniem odprężenie się sprężyny po zwinięciu



Rys. 185

Zgięcie kątownika. Wycięcie robimy pod kątem uzupełniającym kąt α do 180°

czterwono i stawiamy na niego sprężynę, tak aby cały pierwszy zwój leżał na gorącym żelazie. Gdy pokaże się na pierwszym zwoju niebieski nalot, drut jest wyżarzony i można go wtedy łatwo szczypcami wyginać. Uszko sprężyny nie musi być zahartowane, byleby reszta sprężyny nie straciła twardości.

Sprężyna rozciągana posiada tak zwaną granicę sprężystości: gdy wyciągnąć sprężynę zbyt silnie, nie wróci już całkiem do poprzedniej długości, tylko się nieco wyciągnie. Obciążenie sprężyny nie powinno nigdy tej granicy przekraczać, bo sprężyna szybko niszczy się.

b. Sprężyny ściskane. Sprężyny te nie posiadają uszek, natomiast pierwszy i ostatni zwój są spłaszczone, tak że górna i dolna płaszczyzna są równoległe (rys. 181). Spłaszczenia te wykonujemy przez lekkie dociśnięcie pierwszego zwoju sprężyny do drobnoziarnistej tarczy szlifierskiej (takiej jak do ostrzenia narzędzi). Przez szlifowanie zetrzemy połowę zwoju, a od tarcia reszta zwoju się zagrzeje i wyżarzy. Przez zręczne naciśnięcie sprężyny w momencie, gdy jest gorąca, otrzymujemy pożądane spłaszczenie.

Obciążenie sprężyny ściskanej nie powinno nigdy doprowadzić do zetknięcia się zwojów. Przy największym obciążeniu pomiędzy zwojami powinien być zawsze jeszcze choćby mały luz.

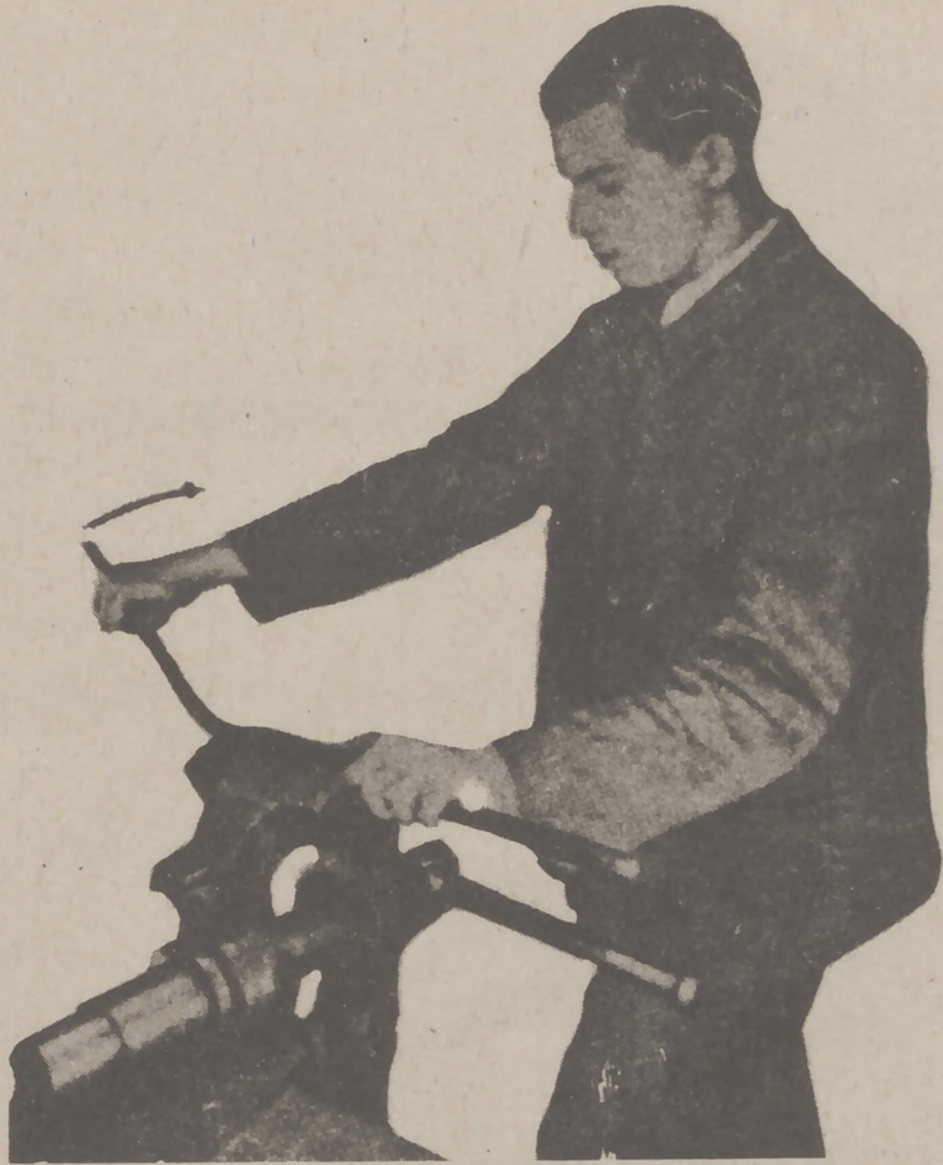
c. Sprężyny skręcane. Na rys. 182 widzimy sprężynę skręcaną. Posiada ona na końcach ramiona z uszkami do zahaczania. Sprężyna skręcana pracuje tylko w jednym kierunku, tj. na dokręcanie zwojów (patrz strzałka na rys. 182). Gdy próbujemy sprężynę rozkręcać, wtedy rozegnie się i straci sprężystość. Stąd sprężyny skręcane muszą być odpowiednio dobrane, i zależnie od sposobu pracy zwijane w lewo lub w prawo. Najczęściej pracują sprężyny skręcane po dwie razem. Sprężyny skręcane siedzą zawsze osadzone na sworzniu, oparte ramionami o dźwignie, które mają skręcać.

Miarą obciążenia sprężyny skręcanej jest kąt α , jaki zatacza ramię ruchome w stosunku do swego położenia w stanie nienapiętym (linia kreskowana na rys. 182). Kąt ten zależy od ilości zwojów sprężyny, ponieważ przyjmujemy, że każdy zwój pozwala na skrócenie około 15° , jeśli więc skrócenie ramienia ma wynosić np. 90° , to sprężyna powinna posiadać conajmniej $90 : 15 = 6$ zwojów.

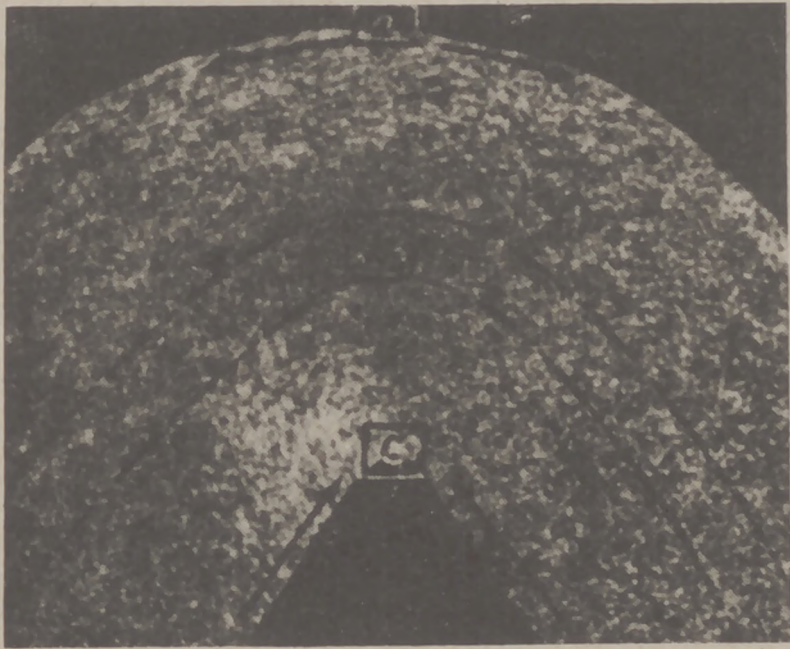
Podczas skręcania sprężyny zwoje się domykają, czyli zmniejsza się ich średnica. Dlatego sworznień, na który zakładamy sprężynę, musi być cieńszy choćby o 0,5 mm od wałka, na którym uprzednio nawijano sprężynę. Gdy sprężyna skręcana jest całkiem obciążona, pomiędzy zwojami a sworzniem musi być jeszcze mały luz.

4. Obliczenia materiałowe dla wykonania sprężyny

a. Długość i waga drutu. Aby wyliczyć długość drutu potrzebnego na daną sprężynę, stosujemy wyliczenie uproszczone i przyjmujemy, że jeden zwój sprężyny (rys. 183) jest kołem, którego obwód

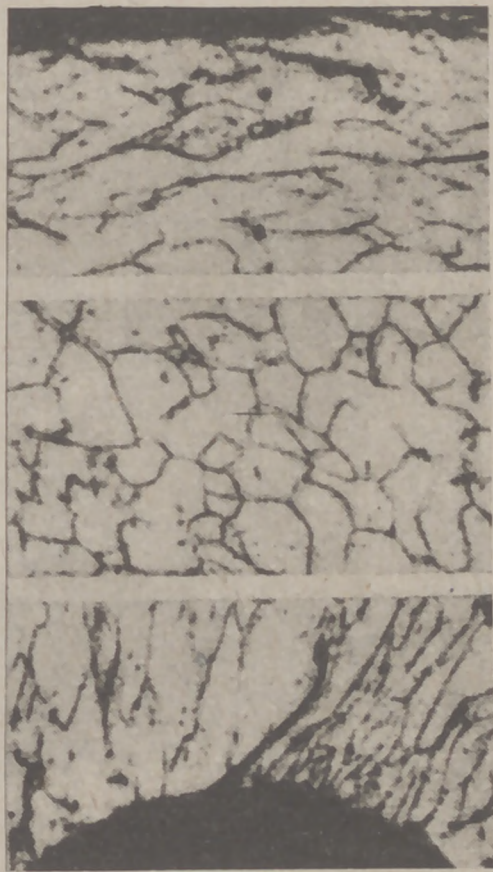


Rys. 186
Zginanie ręczne w miedle



Rys. 187

Materiał zginany: pasma zewnętrzne (a) wyciągają się; pasmo środkowe zgina się bez naprężeń (b); pasmo wewnętrzne ściskane (c)



Rys. 188

U góry: ziarna w materiale rozciągającym; w środku: ziarna z pasma środkowego; na dole: ziarna w materiale ściskanym

obliczamy ze wzoru: Obwód $O = \pi \cdot D$, gdzie przez D oznaczamy średnicę zewnętrzną sprężyny, a π wynosi 3,14.

Uwaga: Jeżeli rozpatrywać rzecz dokładnie, to zwoj sprężyny nie jest kołem, lecz częścią linii śrubowej (jak gwint), czyli obliczona z powyższego wzoru długość wypadnie nieco krótsza. Ponieważ jednak bierzemy do obliczeń średnicę zewnętrzną sprężyny a nie średnicę średnią (porównaj obliczanie długości rury przed zgięciem, str. 54) więc tym samym popełniamy drugi mały błąd, tym razem zwiększający wyliczaną długość. W rezultacie oba błędy przy małym skoku i cienkim drucie nawzajem się równoważą.

Przykład obliczenia długości drutu L , potrzebnej do wykonania sprężyny ściskanej o średnicy zewnętrznej D , przy ilości zwojów n .

$$L = \pi \cdot D \cdot n$$

Dane cyfrowe:

$$D = 8 \text{ mm}$$

$$n = 7 \frac{1}{2} \text{ zwojów}$$

$$L = 3,14 \cdot 8 \cdot 7,5 = 189 \text{ mm}$$

Ponieważ drut na sprężyny kupujemy na wagę, w rolkach po 100 g, 500 g, 1 kg itp. więc dobrze jest umieć wyliczyć z góry wagę sprężyny. Np. mamy wykonać 50 sprężyn jak w przykładzie wyżej. Grubość drutu wynosi 1,2 mm. Wiemy, że 1 dm^3 (litr) stali waży 7,8 kg. Długość drutu dla 50 sztuk wynosi: $50 \cdot 189 = 9450 \text{ mm}$. Powierzchnia przekroju drutu o średnicy $d = 1,2 \text{ mm}$ wyliczamy ze wzoru $\frac{\pi \cdot d^2}{4} =$

$$= \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,44}{4} = 1,13 \text{ mm}^2$$

Gdy wyliczoną powierzchnię przekroju pomnożymy przez długość, otrzymamy objętość potrzebnego drutu:

$$\text{Objętość } V = 1,13 \cdot 9450 = 10700 \text{ mm}^3 = 10,7 \text{ cm}^3$$

Wyliczoną objętość mnożymy przez ciężar właściwy stali $7,85 \text{ gr/cm}^3$.

Waga drutu na 50 sprężyn wyniesie: $10,7 \cdot 7,85 = 83,5 \text{ g}$. Kupimy zatem rolkę stugramową i zostanie nam jeszcze kawałek drutu na rezerwę.

b. Średnica rdzenia (korby). Przy nawijaniu sprężyny należy dobrać rdzeń odpowiedniej grubości. Ponieważ po zwinięciu sprężyna nieco rozpręża się i średnica się powiększa, przeto dokładne wyliczenie nie jest możliwe, rozprężenie zależy bowiem od sprężystości drutu i od skoku sprężyny. Sprężyna gęsto zwijana odpręża się silniej.

Przy danej średnicy zewnętrznej D , oraz grubości drutu d , obliczamy średnicę rdzenia \varnothing przez odjęcie dwóch grubości drutu i przez pomnożenie przez 0,8 dla uwzględnienia rozprężenia (rys. 184).

$$\varnothing = (D - 2d) \cdot 0,8$$

Przykład: Średnica wewnętrzna $D = 10 \text{ mm}$, grubość drutu $d = 1,6 \text{ mm}$.

$$\varnothing = [10 - (2 \cdot 1,6)] \cdot 0,8 \simeq 5,4 \text{ mm}$$

Nawijamy na rdzeniu 5,4 mm, lub gdy nie mamy tego wymiaru to na $\varnothing = 5,5$ mm, i sprawdzamy. Jeżeli sprężyna nie posiadażądanego wymiaru, zmniejszamy lub zwiększamy rdzeń aż do osiągnięcia pożądanego rezultatu.

K. Zginanie na zimno

1. Zginanie kształtowników

Najczęściej spotykanymi kształtownikami z których wygina się rozmaite ramy są C-ownik i kątownik. Przy dużych wymiarach najlepsze jest zginanie na gorąco (patrz: Tng K. Donimirski „Kuźnictwo“, str. 17).

Kształtowniki o małych wymiarach zginamy w warsztacie ślusarskim na zimno. W tym celu znaczymy rysikiem i wycinamy piłą z jednego ramienia kątownika lub dwu krótkich ramion ceownika wycięcie, jak na rys. 185. Jeżeli kąt między ramionami zgiętego kształtownika oznaczymy przez α , to jest on uzupełnieniem do 180° kąta wyciętego kawałka. W naszym przykładzie rysunkowym mamy zgięcie pod kątem prostym, więc oba kąty wynoszą po 90° .

Jeżeli chcemy np. aby kąt między ramionami wynosił po zgięciu 150° , to wycięcie robimy pod kątem $180^\circ - 150^\circ = 30^\circ$.

Przy wyciętym kawałku widzimy w narożniku mały odstęp d . Powinien on być mniej więcej tak duży jak grubość kształtownika e .

Samo zgięcie robimy w imadle (rys. 186). Po zgięciu możemy szew zespawać lub nałożyć narożnik z blachy i znitować (patrz Rozdział II O. „Nitowanie“).

2. Zginanie prętów

a. Zginanie ręczne. Podczas zginania następuje wewnątrz materiału przesuwanie i zniekształcanie jego cząstek. I tak jak widać na rys. 187 i 188 na zewnętrznej stronie zgięcia (litera a) ziarna w materiale naciągają się, w części wewnętrznej ściskają, a pasmo środkowe pozostaje bez zmiany.

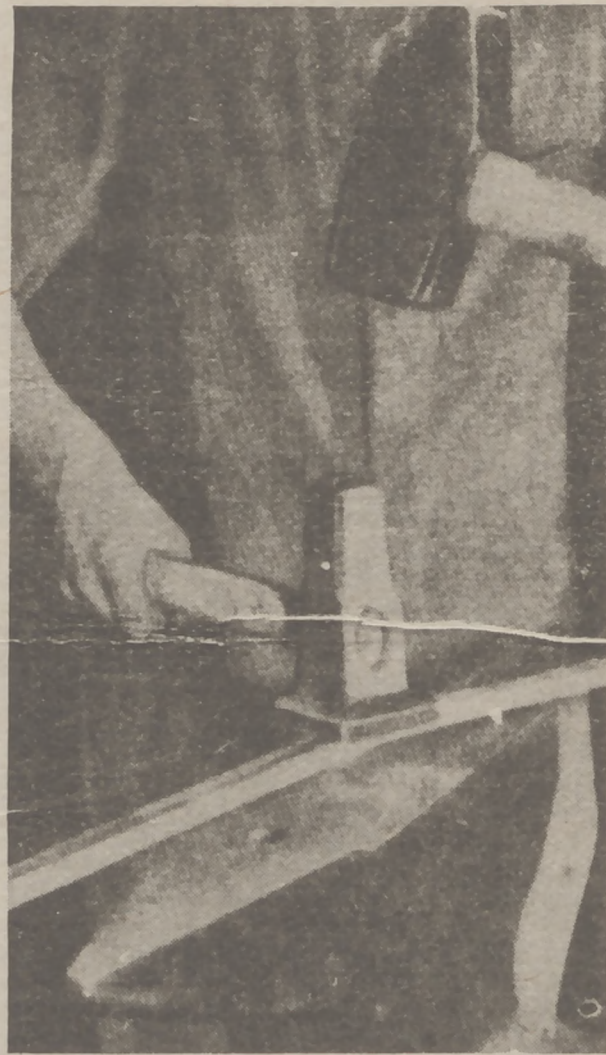
Im grubszy materiał zginamy, tym większe są naprężenia, bo im dalej od osi leżą włókna materiału, tym silniej podlegają ściskaniu czy rozciąganiu. Materiał twardy i kruchy nie da się w ogóle zginać, a materiał miękki tylko do pewnego stopnia.

Pręty do 6 mm ze stali miękkiej można zginać na zimno; powyżej tego naprężenia w materiale są już zmiany bardzo duże i lepiej zginać grubsze pręty na gorąco.

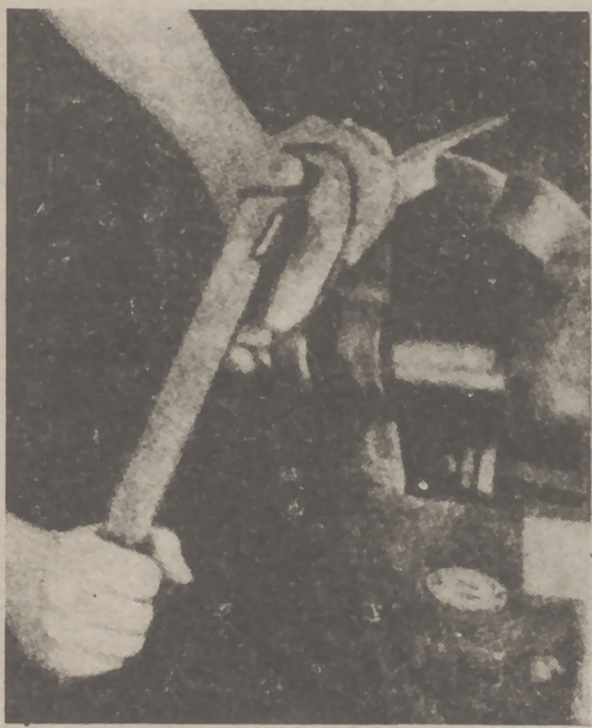
W ślusarstwie przeważnie wyginamy pręty cienkie, robiąc z gładko ciągnionych drutów uszka, haczyki, dźwigienki itp., używając do tego szczypiec, młotka i imadła.



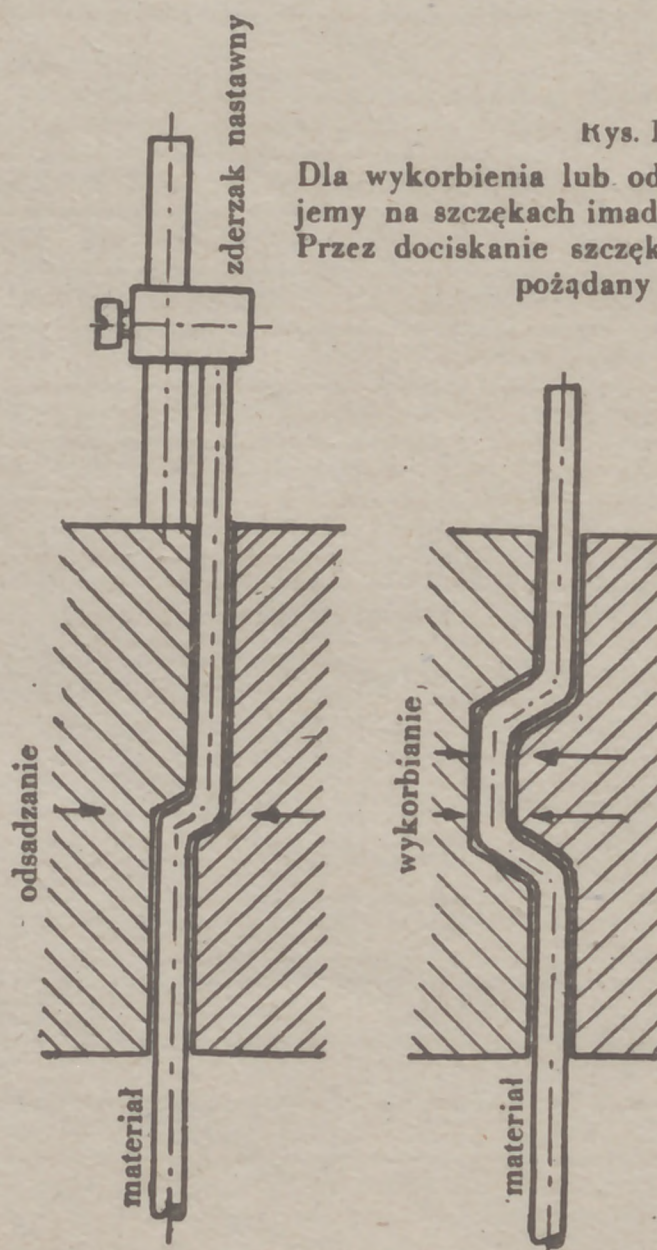
Rys. 189
Zgięcie pręta stwierdzamy patrząc wzdłuż jego osi



Rys. 190
Pręty prostujemy na płycie lub kowadle. Aby nie uszkodzić powierzchni, pobijamy młotem przez gładzik kowalski



Rys. 191
Skręcanie pręta w imadle. Za pręt chwytny hakiem, kluczem itp.



Rys. 192
Dla wykorbienia lub odsadzenia pręta mocujemy na szczękach imadła wkładki kształtowe. Przez dociskanie szczęk wygniatamy z pręta pożądany kształt

Gdy trzeba pręt pogięty wyprostować, wyszukujemy zgięcia, patrząc wzdłuż pręta, jak to widać na rys. 189 i prostujemy przez uderzanie młotem na płycie lub kowadle (rys. 190).

Gdy trzeba pręt skrócić, mocujemy go w imadle i skręcamy kluczem, hakiem czy dźwignią, jak na rys. 191.

b. Zginanie na przyrządach. Gdy mamy wykonać serię kilkuset takich samych drobnych przedmiotów z pręta przez zginanie na zimno, to wykonujemy do pomocy szablon lub przyrządy.

Jeżeli zgięcie ma kształt wykorbienia lub odsadzenia, mocujemy na szczęki imadła specjalne nakładki kształtowe (rys. 192), a materiał pościęty na równe kawałki dosuwamy zawsze do zderzaka, aby zgięcie następowało zawsze w tym samym miejscu. Po dosunięciu pręta, który trzymamy w lewym ręku, domykamy prawą ręką imadło i wyciskamy pożądany kształt. Można w ten sposób zrobić kilkaset zgięć na godzinę.

Zwijanie uszka lub haczyka odbywa się na stalowym hartowanym kołku (rys. 193). Przy produkcji masowej kołek jest ze stali stopowej. Materiał zginany musi być do zawijania uszka zamocowany lub zahaczony, aby przy zwijaniu nie przesunął się. Zgięcie wykonujemy dźwignią, która zawija materiał wokół kołka.

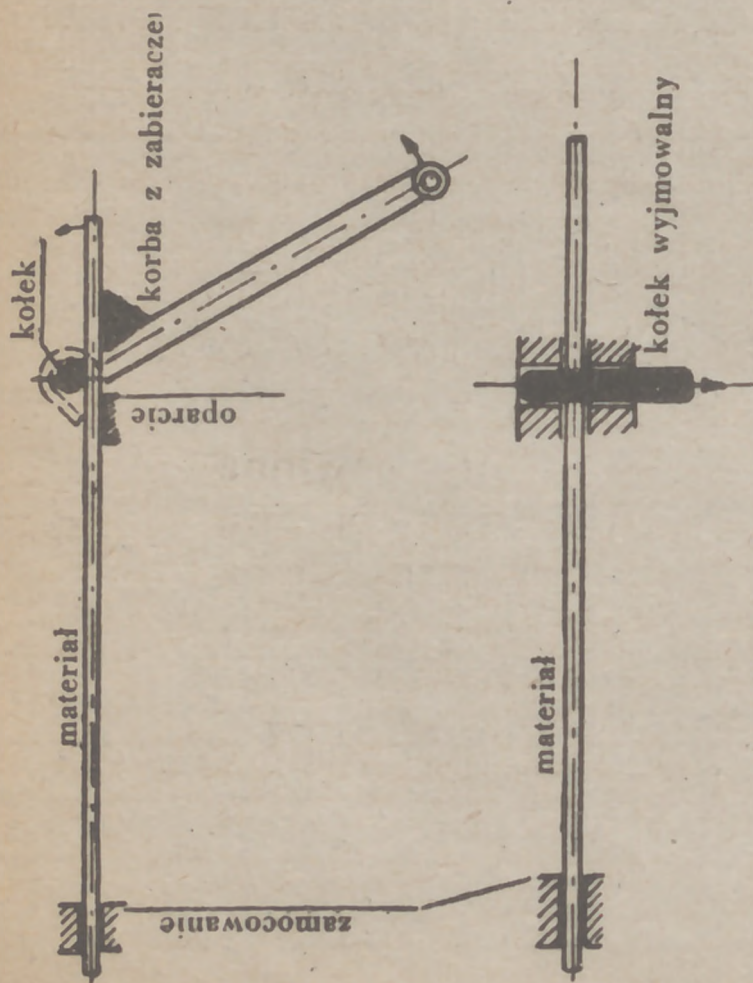
Jeżeli uszko ma się zamknąć całkiem, kołek musi być wymowalny (rys. 193 a). Gdy chcemy, aby uszko było okrągłe i w osi pręta (rys. 193 b), najpierw trzeba zrobić odgięcie, a potem zawinięcie na kołku.

Gdy do wykonania przedmiotu trzeba zrobić kilka różnych zgięć, wykonujemy każde zgięcie jako oddzielną operację na innym przyrządzie. Ważną jest wówczas umiejętność dobrania kolejności operacji.

Korzystnym bardzo jest zginanie po dwa łuki na raz w jednym przyrządzie, jeżeli zgięcia są w jednej płaszczyźnie i można wykonywać jedno zgięcie w lewo a drugie w prawo, jak to przedstawia nam rys. 194 a i b. Materiał wsuwamy do zderzaka i opieramy o podpory tuż przed zgięciem, aby się pręt nie wygarbiał.

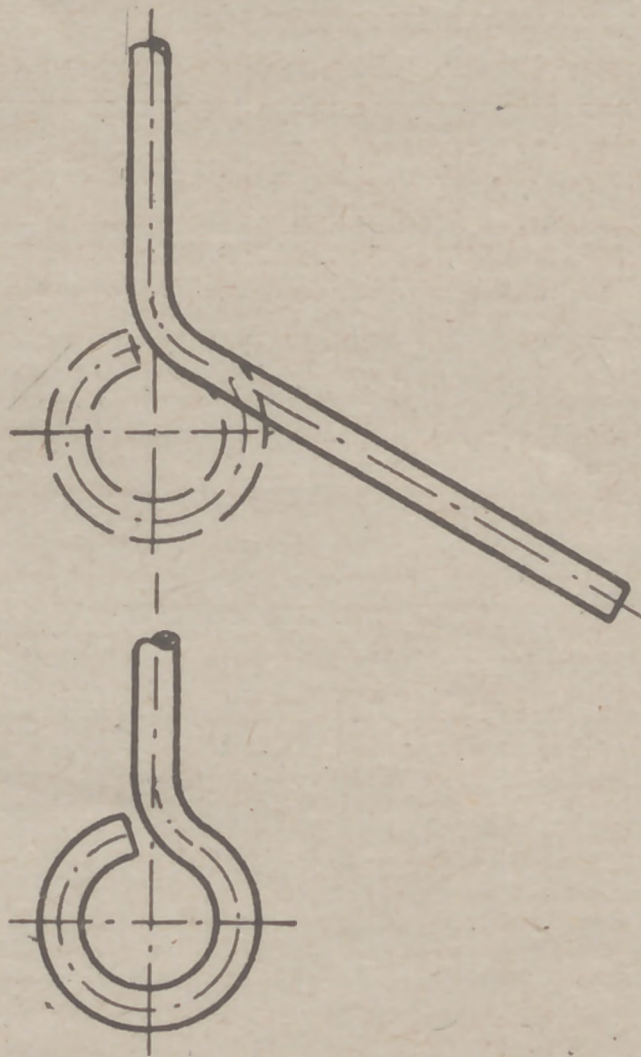
Po wsunięciu materiału kręcimy oboma korbami na raz, jak pokazują strzałki na rysunku, a umocowany do korby zabieracz zawija nam materiał wokół kołka. Ruch korby powinien być też ograniczony nastawnym zderzakiem, aby bez celowania i mierzenia wszystkie zgięcia miały pożądany kąt. Jeżeli zgięcie ma być np. pod kątem prostym, trzeba zgiąć nieco dalej, bo materiał odsprężynowuje lekko; dlatego zderzak jest na śrubie, by go można było zupełnie dokładnie nastawić, a materiał powinien być jednakowej twardości, aby każda sztuka jednakowo odsprężynowywała.

Długość korby wykonującej przy zginaniu cały obrót nie powinna przekraczać 35 cm; gdy dźwignia czy korba wykonuje tylko ćwierć obrotu, możemy ją wykonać do 50 cm długą. Dźwignie i korby zaopatrujemy na końcach w obrotowe rączki, aby wygodnie chwytać za nie ręką. Gdy dźwignia pracuje w płaszczyźnie poziomej (rys. 196 a), rączki są ułożone pionowo. Przy dźwigniach pracujących w płaszczyźnie pionowej, rączki są ułożone poziomo (rys. 196 b).



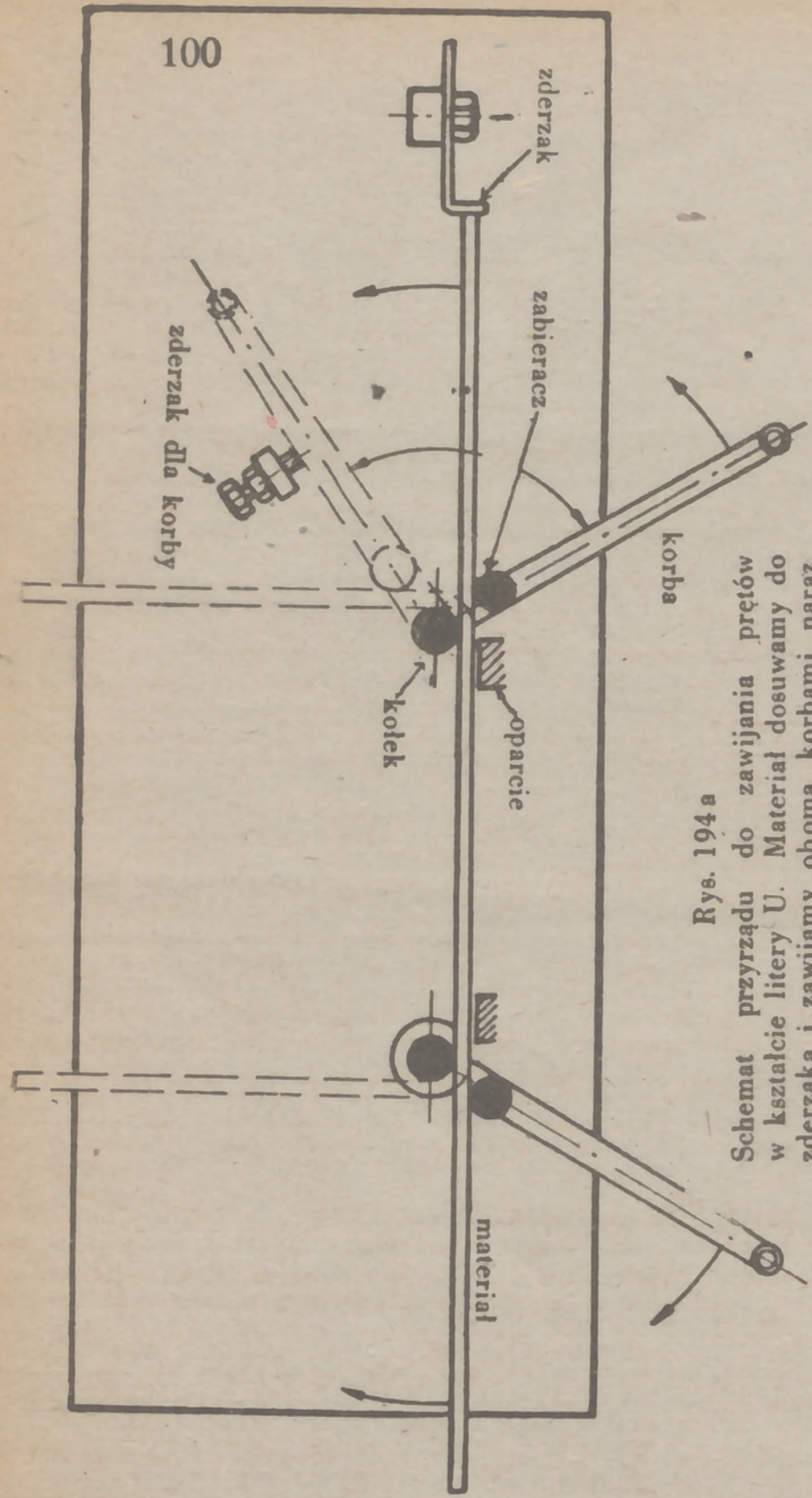
Rys. 193 a

Po zwinieciu uszka wyjmujemy kołek z łożysk



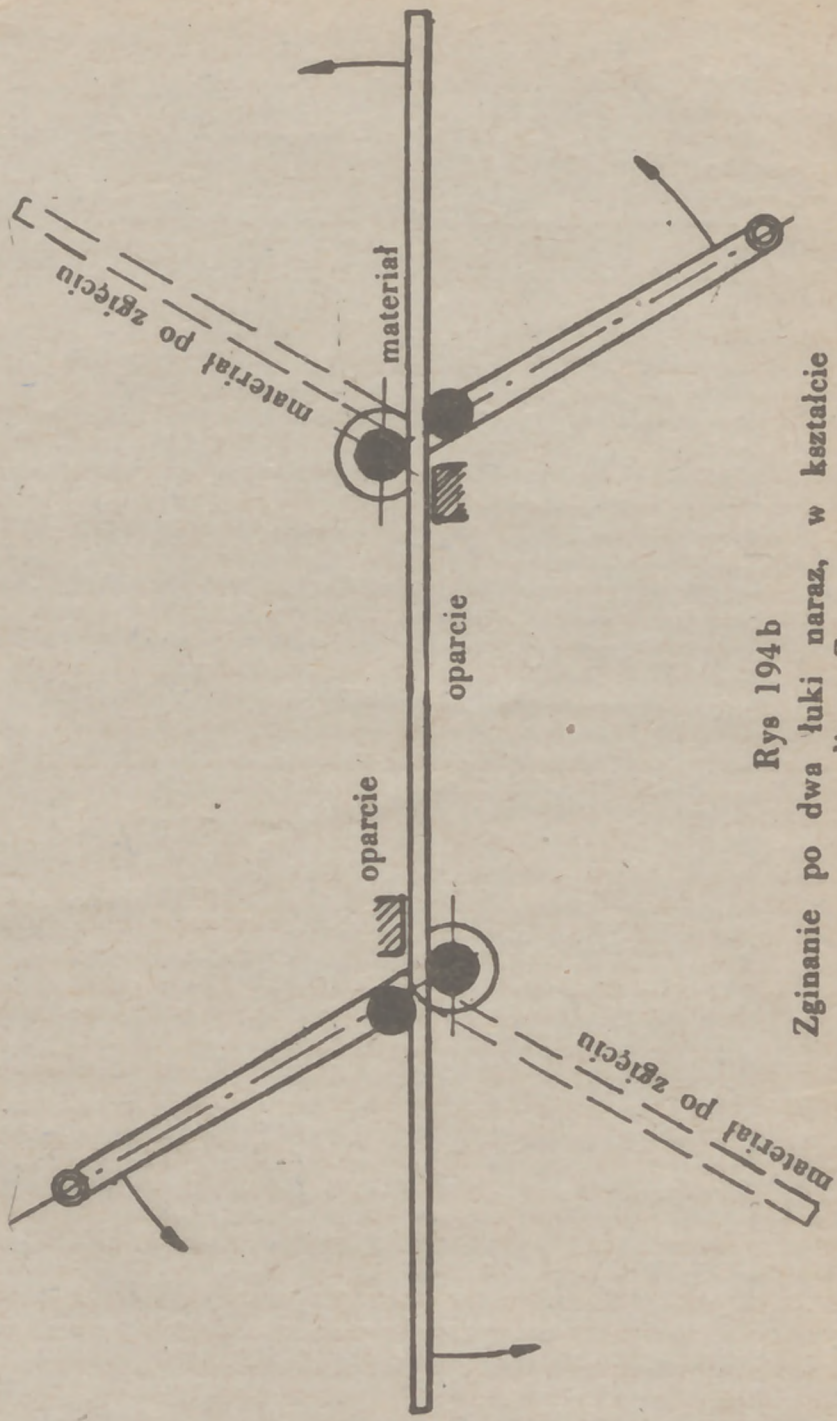
Rys. 193 b

Gdy uszko ma być w osi pręta, musimy je dodatkowo wygiąć, co stanowi odrębną operację



Rys. 194 a

Schemat przyrządu do zawijania prętów w kształcie litery U. Materiał dosuwamy do zderzaka i zawijamy oboma korbami naraz. Korba dochodzi również do zderzaka. Oś korb oraz kołków, dookoła których zawijamy muszą być dokładnie równoległe, inaczej materiał się wichruje



Rys 194 b

Zginanie po dwa łuki naraz, w kształcie litery Z

Dźwignie powinny być umieszczone od podłogi na odpowiedniej wysokości, tak aby pracownik przy pracy nie musiał ani schylać się ani wspinać.

Po dokonaniu zgięcia wyjmujemy materiał, a dźwignie powinny wrócić samoczynnie do pierwotnego położenia, za pomocą sprężyny (jak na rys. 196 a) lub gumy, przeciwwagi itp.

Jeżeli materiał ciężko schodzi z kołków, dajemy wyrzutnik, czyli dodatkową dźwigienkę do podważania materiału.

Na rys. 195 widzimy przykład przedmiotu wykonanego przez zginanie na zimno z pręta. Przedmiot wykonany jest na dwóch przyrządach w czterech operacjach. Pracę wykonuje dwóch ludzi, stojących obok siebie: Jeden robi na pierwszym przyrządzie pierwszą i drugą operację, inny na drugim przyrządzie trzecią i czwartą. Materiał leży obok przyrządu na odpowiedniej wysokości i odpowiednio ułożony, aby nie trzeba było po każdą sztukę schylać się lub wykręcać. Wydajność pracy jest wówczas duża i bez wysiłku można zrobić do 600 zgięć na godzinę.

3. Zginanie blach

Blachy pofalowane lub zwichrowane prostujemy na płycie. Nie uderzamy przy tym wprost w wypukłość, tylko drewnianym młotkiem klepiemy wokoło wzniesienia. Jeżeli to nie wystarcza, uderzamy młotkiem stalowym od zewnątrz ku środkowi wypukłości, zbliżając się do niego ze wszystkich stron, jak pokazują strzałki na rys. 197. Uderzenia wypadają możliwie blisko jeden obok drugiego.

Jeżeli mamy zginać jakiś przedmiot z blachy, zgięcie wykonujemy w imadle. Mocujemy wówczas blachę przez ochraniacze i uderzamy młotkiem w wystający koniec (rys. 198). Gdy blacha się zegnije, uderzamy młotkiem tuż przy zgięciu dla wyrównania (rys. 199).

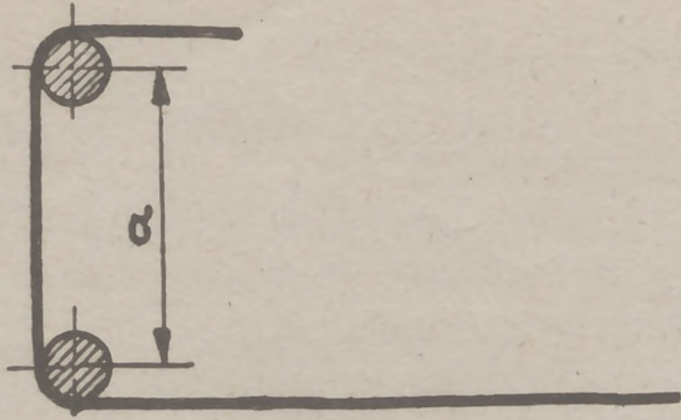
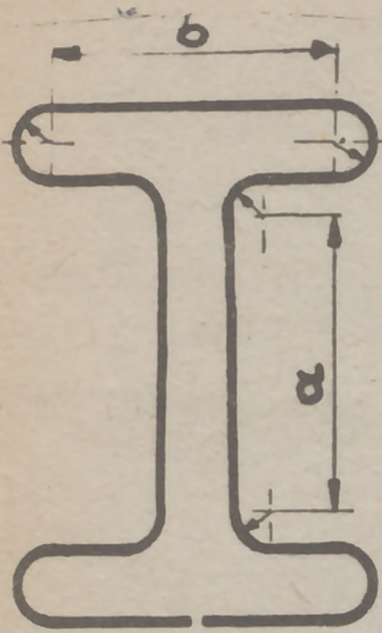
Aby zgięcia wypadły dokładnie według żądanych wymiarów, należy przy obliczaniu długości uwzględniać zawsze grubość blachy, jak na przykładzie poniżej.

Na rys. 200 widzimy blachę wygiętą w kształcie litery C. Podane są, jak widzimy, wymiary zewnętrzne blachy a teraz wyliczamy potrzebną długość blachy.

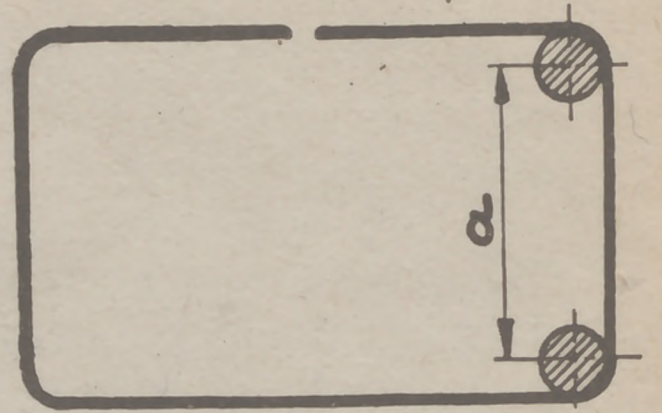
Dwa boki po 40 mm	80 mm
Dno (odejmujemy tu od wymiaru dwie grubości blachy) 60 — (2 · 3)	<u>54 mm</u>
Razem	134 mm

Aby przy zgięciu oba ramiona wypadły równo długie, znaczymy rysikiem w odległości 37 mm (wysokość 40 minus grubość dna) od krańców blachy (rys. 200 b). Mocujemy teraz blachę w imadło, krótsza część 37 mm w szczękach, rysa dokładnie na wysokości ochraniaczy, a długa część sterczy do góry.

Po zgięciu pod kątem prostym i skontrolowaniu kątownikiem kąta, wkładamy drugi krótki koniec do imadła, też dokładnie na wysokości rysy i robimy drugie zgięcie.



I operacja: zgięcie na kółkach o rozstawie a

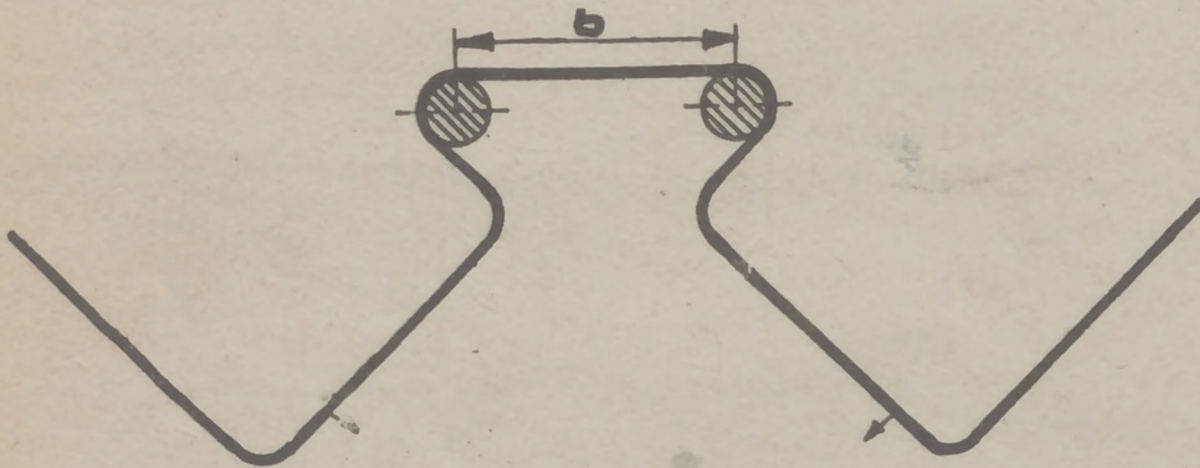


II operacja na tym samym przyrządzie co pierwsza

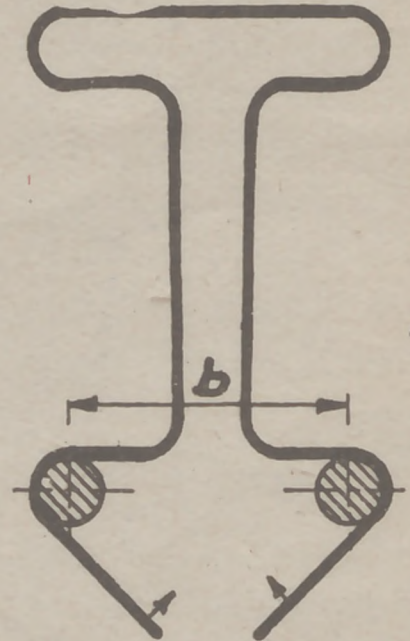
przedmiot gięty z pręta na zimno

Rys. 195

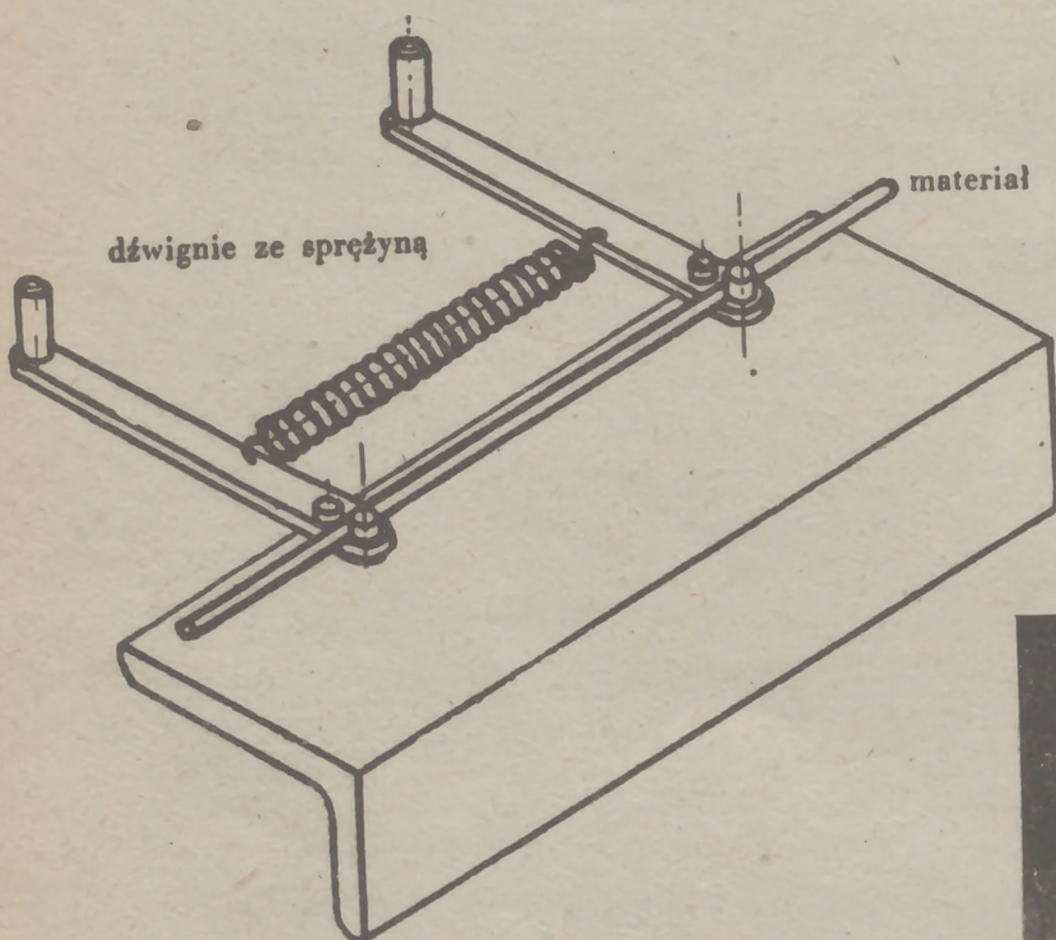
przedmiot wyginany z pręta i kolejne operacje



III operacja: zgięcie na kółkach o rozstawie b

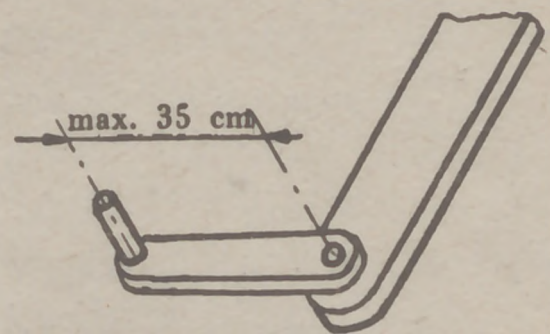


IV operacja: na tym samym przyrządzie co trzecia



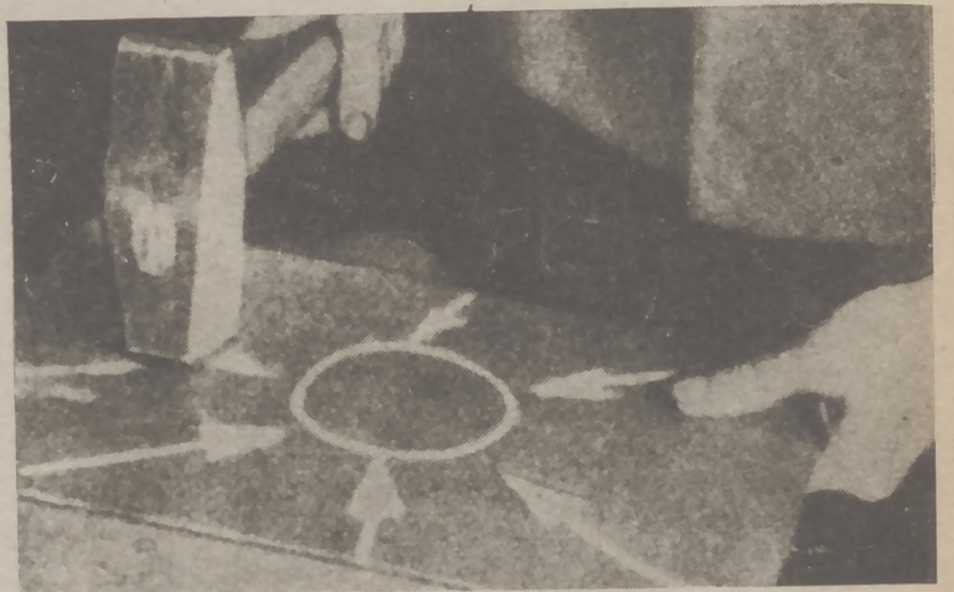
Rys. 196 a

Przy dźwigniach poziomo pracujących dajemy ręczki pionowe. Ruch powrotny dźwigni jest samoczynny przez działanie sprężyny



Rys. 196 b

Dźwignie pracujące w płaszczyźnie pionowej. Rączki są poziomo. Długość korby najwyżej 35 cm



Rys. 197

Prostowanie blachy

L. Zginanie rur

1. Zginanie rur z wypełnianiem

a. Wypełnianie piaskiem itp. Przy zginaniu rury część zewnętrzna łuku podlega wyciąganiu a wewnętrzna ściskaniu (porównaj str. 49 i rys. 187). Dlatego przy rurach ze szwem, szew jako najsłabszy dajemy zawsze na środek do pasma niepodlegającego naprężeniom.

Rura posiada przy zginaniu tendencję do spłaszczania się w kolanie, więc zapobiegamy temu przez wypełnianie rury piaskiem. W tym celu zatykamy jeden koniec rury korkiem (jeśli można, to gwintowanym) nasypujemy suchego piasku, ubijamy i utrząsamy go dobrze i zakorkowujemy drugi koniec rury.

Uwaga: Gdy piasek jest wilgotny, wtedy przy zagrzewaniu powstaje para wodna i jej ciśnienie wyrzuca korki.

Rurę zginamy po szablonie umocowanym w imadle (rys. 201). Jeden koniec rury trzyma śruba, za drugi koniec ciągniemy. Jeżeli nie mamy odpowiedniego szablonu, to nabijamy silne kołki na pniu, stole itp., według linii zgięcia, jak na rys. 202. Rurę wkładamy między dwa pierwsze kołki i zginamy. Można w ten sposób robić tylko łagodne zgięcia (po dużym promieniu).

Przez podgrzewanie palnikiem odcinka rury podlegającego zginaniu, ułatwiamy sobie pracę, zwłaszcza przy grubych rurach.

Metoda wypełnienia piaskiem jest dziś przestarzała a używa się jej do produkcji jednostkowej oraz do gięcia rur aluminiowych.

Cienkościenne, delikatne rurki, rury mosiężne i rury stożkowe, jak np. do instrumentów muzycznych, zginamy po wypełnieniu ołowiem lub kalafonią.

b. Zginanie z wypełnianiem przez stempel kalibrujący. Przy produkcji masowej lub seryjnej bardzo korzystnym jest zginanie rur na maszynie do gięcia ze stemplem kalibrującym. Wprowadzamy wówczas do rury krótki trzpień walcowy z zaokrąglonymi krawędziami (stempel) na długim trzonie (rys. 203). Stempel siedzi dokładnie w rurze w miejscu, które właśnie podlega zginaniu i w ten sposób uniemożliwia rurze spłaszczenie. Zginanie rury i wysuwanie stempla odbywa się samoczynnie. Metoda ta jest bardzo wydajna, a stosuje się ją przy fabrykacji ram rowerowych giętych itp. Przy rurach o przekroju kwadratowym lub sześciokątnym zakładamy odpowiedni stempel pasujący do rury.

Wszelkie metody gięcia rur z wypełnianiem wnętrza dają wprawdzie dobre wyniki, ale wymagają dużo czasu lub kosztownych urządzeń.

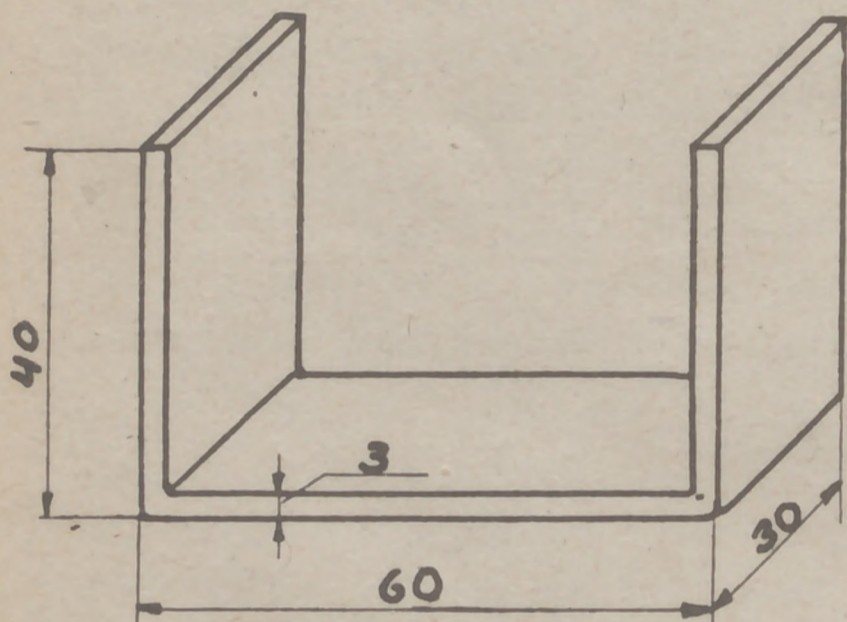
2. Gięcie rur bez wypełniania

Gładko ciągnięte stalowe rury bez szwu, z których wygina się poręcze, meble, ramy wózków itp. można giąć na rolkach bez wypełniania, przy zachowaniu następujących przepisów:



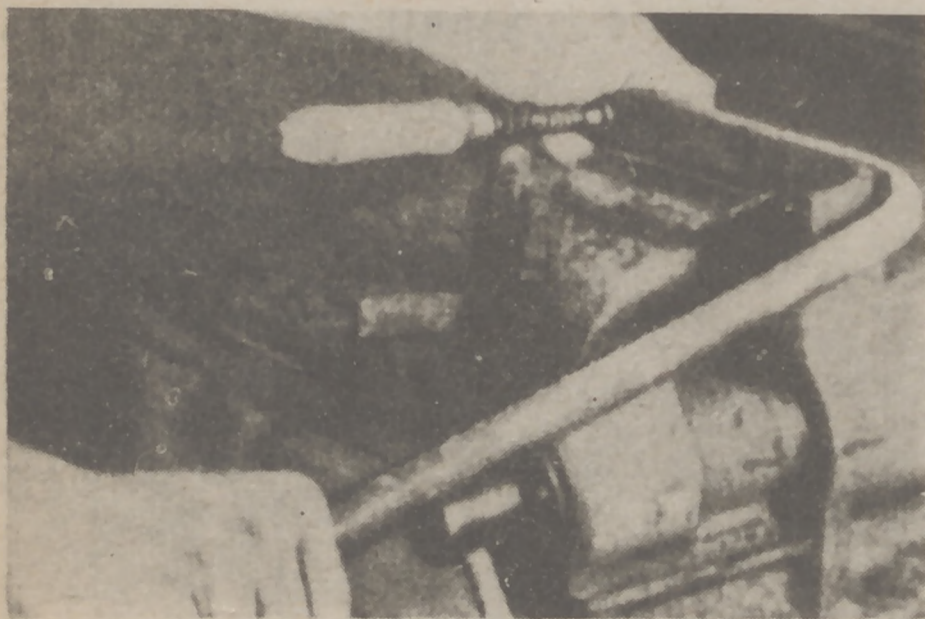
Rys. 198

Zginanie blachy w imadle: pierwsze zgięcie następuje przez uderzanie młotkiem w górną krawędź blachy



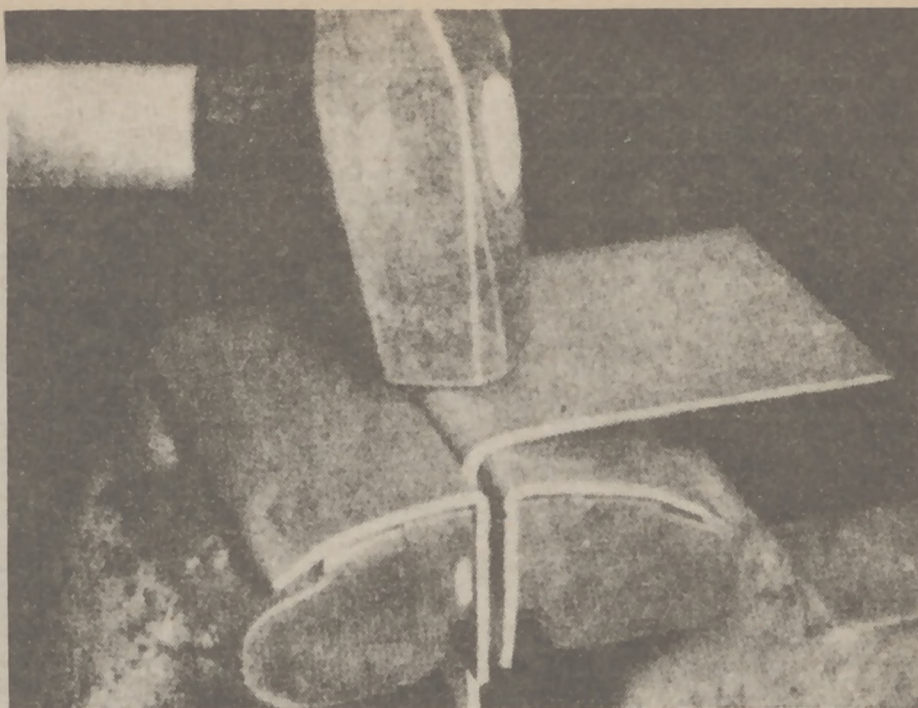
Rys. 200 a

Blacha zgięta w kształcie litery U. Z podanych wymiarów wyliczamy potrzebną długość blachy uwzględniając jej grubość



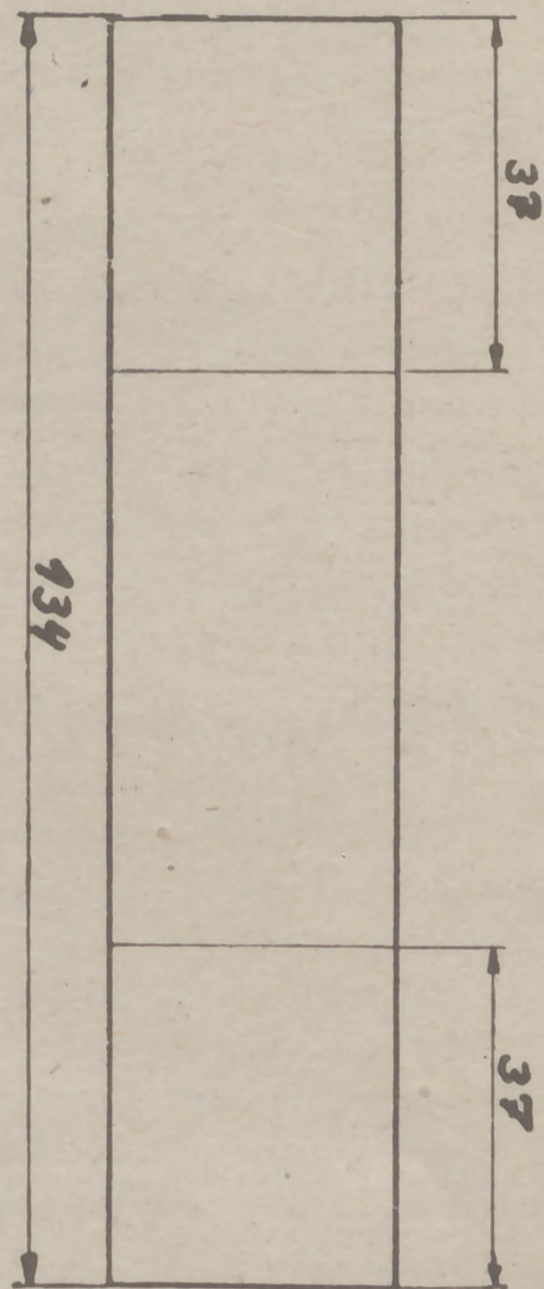
Rys. 201

Zginanie rury po szablonie. Jeden koniec mocujemy, za drugi ciągniemy ręką



Rys. 199

Po zgięciu wierzchu, uderzamy młotkiem tuż przy zgięciu dla wyrównania



Rys. 200 b

Blacha przed zgięciem: z dwóch stron zarysowane linie zgięcia. Przy mocowaniu w imadle rysa wypada dokładnie na linii szczęk

a. Przepisowa grubość ścianki. Metoda ta nie nadaje się dla rur cienkościennych, więc najmniejsza dopuszczalna grubość ścianki podana jest w poniższej tabeli w zależności od średnicy rury:

Rury o średnicy zewnętrznej do 12 mm,	grubość ścianki minim.	0,5 mm
„ „ „ od 13 do 18 mm „ „ „		1 mm
„ „ „ od 19 do 24 mm „ „ „		1,5 mm

U w a g a: Jeżeli grubość ścianki jest mniejsza niż w powyższej tabeli, możemy zginać rurę bez wypełniania, ale po łagodniejszym łuku aniżeli podaje następny ustęp. W przeciwnym razie ryzykujemy spłaszczenie rury.

b. Dopuszczalny promień zginania. W zależności od średnicy rury \varnothing dobieramy szablon (rolkę) dookoła której chcemy rurę zginać. Średnica ta, oznaczona literą D na rys. 204 musi być co najmniej pięć razy większa od średnicy rury \varnothing . Np. dla rury \varnothing 16 mm średnica rolki $D = 5 \cdot 16 = 80$ mm. Jest to najmniejsza dopuszczalna średnica rolki dla rury 16. Gdy weźmiemy rolkę o mniejszej średnicy, ryzykujemy spłaszczenie rury, a nawet pęknięcie. Na większej średnicy zginanie jest łatwiejsze i pewniejsze.

c. Umocowanie rolki D. Rolka lub szablon, dookoła którego zawijamy rurę, musi być sztywno umocowana do płyty bez możliwości przesuwania się, podnoszenia lub okręcania. Nawet małe drgnięcie rolki podczas zginania powoduje załamania na rurze i zgięcie jest wówczas niezgrabne a rura pognieciona. Na rys. 204 widać na rolce D śrubę, która zobrazuje nam sztywne umocowanie rolki.

d. Podparcie rury. Tuż przed miejscem, gdzie ma nastąpić zginanie rury, musimy dać oparcie, aby się rura nie garbiła przy gięciu (porównaj zginanie prętów, rys. 194). Oparciem tym może być śruba, klocek, kołek itp. dobrze umocowany do płyty.

e. Zamocowanie rury. Podczas zginania trzeba rurę zamocować osiowo, aby nie mogła się przesuwać. Jeżeli rura przy gięciu przesunie się choćby kawałek, to momentalnie na zgięciu powstanie załamanie. Rurę mocujemy więc bardzo pewnie, bądź w imadle do rur, jak to przedstawia schematycznie rys. 204 lub też przez zawieszenie na przetkniętym przez rurę kołku (rys. 205). Wiercimy wówczas na końcu rury otwór i przetykamy kołek, co pozwala nam na zamocowanie rury. Po zgięciu przedziurawiony koniec rury odpiłowujemy.

Najlepszym rozwiązaniem zamocowania osiowego jest zginanie po dwa łuki na raz, jak pręty na rys. 194. Zginamy wówczas jeden łuk w lewo a drugi w prawo, a siły osiowe wtedy równoważą się i nie potrzeba żadnego zamocowania pod warunkiem, że zginanie obu łuków odbywa się jednocześnie.

f. Rury ze szwem. Spotykamy rury gładko ciągnione, z elektrycznie spawanym szwem, gładzone wewnątrz przez przeciąganie kulki

na łańcuchu, a zewnątrz przez przeciąganie przez kaliber. Jeżeli szew jest widoczny, wtedy kładziemy do góry, aby przy zginaniu wypadł w paśmie środkowym (porównaj „Zginanie na przyrządach“, str. 50).

g. Osadzenie rury w rolkach. Zawijanie rury następuje przy pomocy rolki ruchomej i dźwigni, jak widzimy na rys. 204. Średnica rolki ruchomej nie odgrywa roli; na naszym rysunku jest rolka ruchoma mniejsza od rolki stałej. Rolki muszą jednak szczelnie obejmować rurę, jak to widać na rys. 206. Jeżeli rura nie przylega dokładnie do rolek, to powstają spłaszczenia. Stąd odstęp a między środkami rolek nie może wynosić więcej niż $\frac{D+d}{2} + 1$ mm. Stąd widzimy, że na każdą średnicę rury musimy mieć odpowiednio wytoczone rolki. Jeżeli zginamy np. rurę o średnicy 19 mm w rolkach przeznaczonych na $\varnothing 20$ mm, zgięcie będzie lekko spłaszczone. Przy zginaniu ciągniemy jednocześnie za dźwignię i za rurę.

h. Twardość rury. Rura stalowa musi być miękka (żarzona), bo inaczej zginanie jest trudne, w materiale pokazują się rysy, a nawet pęknięcia. Dlatego zamawiamy z fabryki rury żarzone, a w ostatecznym razie żarzimy sami przez podgrzanie odcinka przeznaczonego na zginanie na kolor ciemno-czerwony i powoli studzimy. Gdy zależy nam na tym, aby rura po zgięciu była twarda (np. przy fotelach z rury stalowej rura musi sprężynować) to przy produkcji masowej hartujemy rury po zgięciu, a w produkcji jednostkowej zginamy rury słabo żarzone lub nieżarzone, zachowując jaknajściślej podane wyżej przepisy i ewentualnie zwiększając średnicę rolki D .

3. Obliczenia materiałowe

Dla wykonania zgięcia trzeba dokładnie wyliczyć potrzebną długość rury. Gdy mamy dany rysunek lub szkic, dzielimy na nim zgiętą rurę na odcinki proste i na łuki, obliczamy ich długości i dodajemy. Przykład prostego obliczenia widzimy na rys. 207. Ponieważ jak wiemy z opisu zginane pasma zewnętrzne naciągają się przy zginaniu, a wewnętrzne kurczą, zatem musimy obliczać długość według pasma środkowego. Ponieważ pasmo środkowe leży właśnie na brzegu rolki stałej, więc średnica D (rys. 204 i 207) jest podstawą dla obliczenia długości łuku.

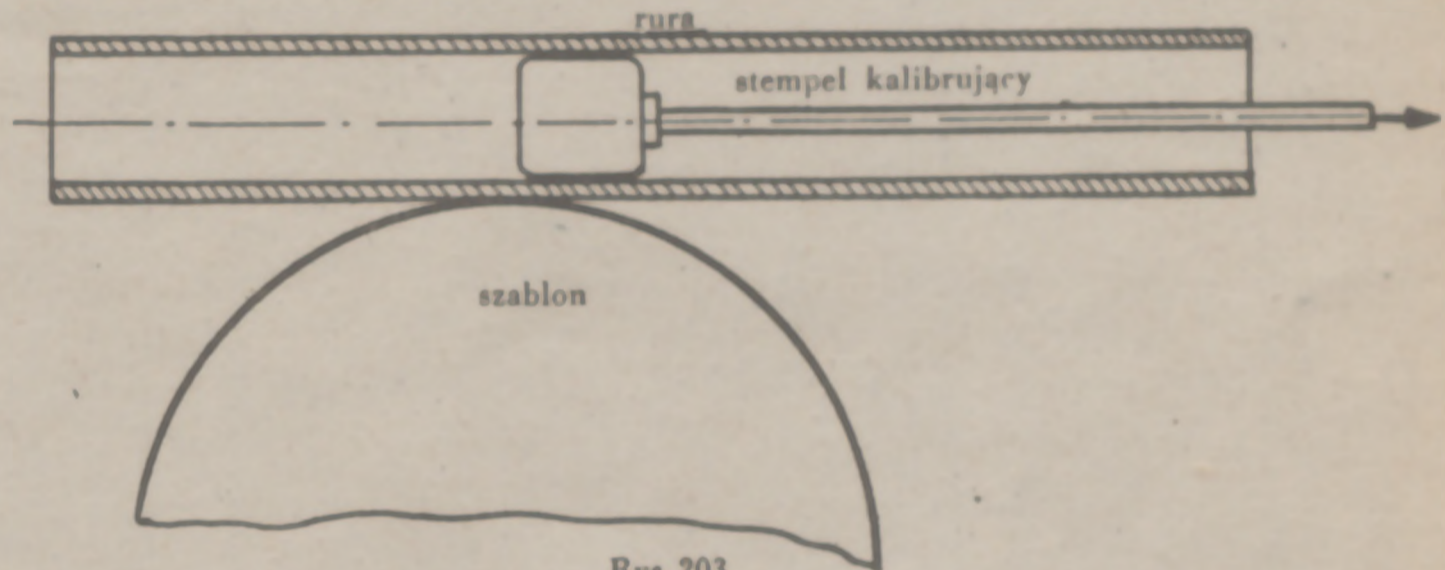
Obliczenie długości według rys. 207 (jeżeli otrzymujemy rysunek inaczej zwymiarowany, tzn. są podane wymiary zewnętrzne ramy, odległości od osi do osi rury itp. wtedy trzeba je sobie przeliczyć). Średnica rolki

$$D = 5 \varnothing = 5 \cdot 20 = 100 \text{ mm.}$$

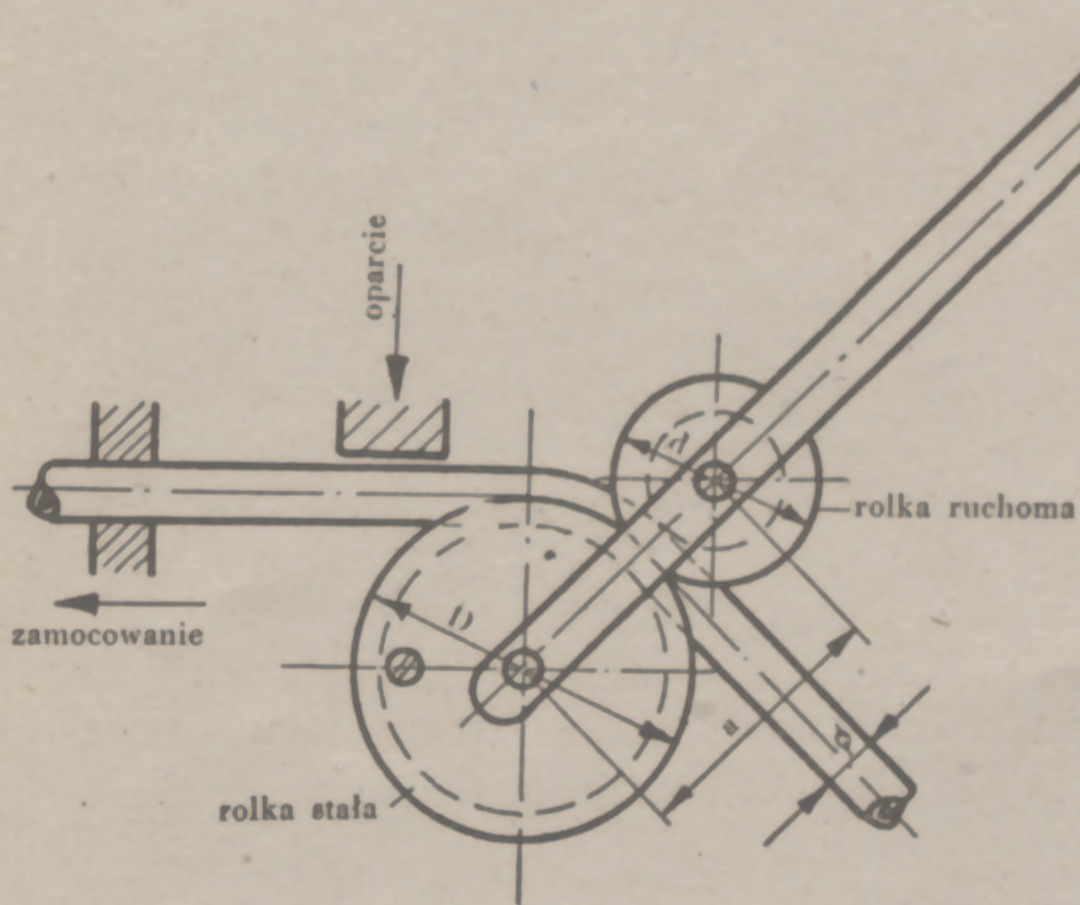
2 odcinki proste po 400 mm	800 mm
2 „ „ „ 120 mm	240 mm
Cztery ćwiartki łuku dają razem jedno całe koło o obwodzie		
πD ; $D = 100$; $\pi D = 100 \cdot 3,14$	<u>314 mm</u>
Razem	1354 mm



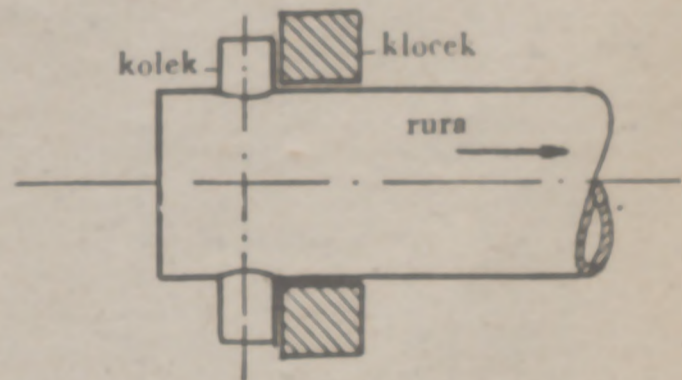
Rys. 202
Zginanie rury według krzywizny wyznaczonej
kolkami



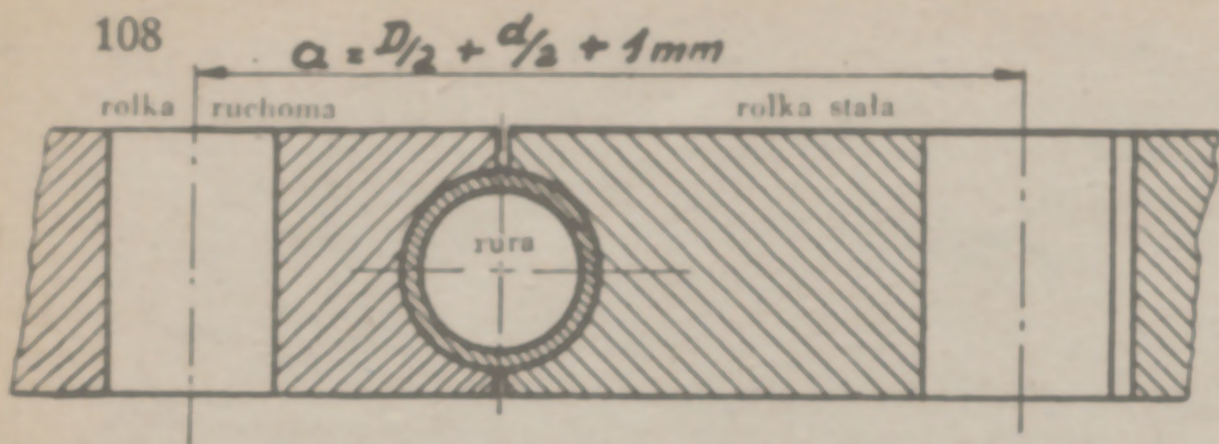
Rys. 203
Schemat pracy maszyny do zginania rur ze
stemplem kalibrującym



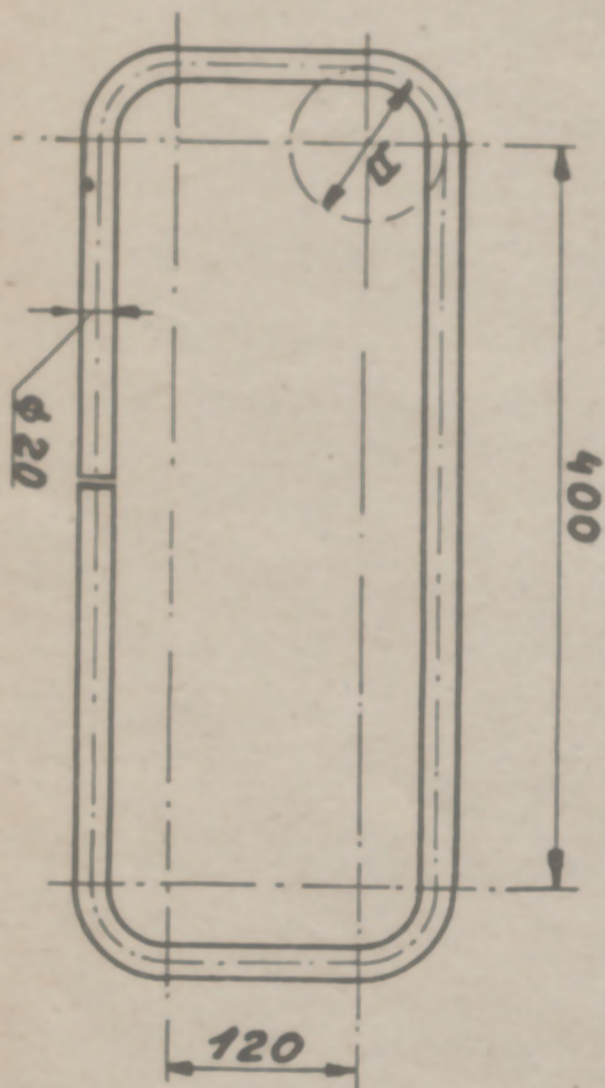
Rys. 204
Zginanie rury bez wypełniania, dookoła rolki
stałej D



Rys. 205
Zarzepienie rury na kolku przy zginaniu po-
jedynczego łuku



Rys. 206
 Rolki obejmują rurę bardzo dokładnie. Dopuszczalny luz wynosi najwyżej 1 mm



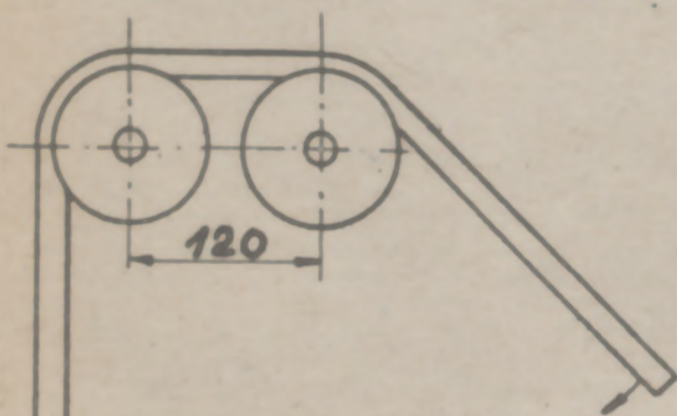
Rys. 207

Rysunek ramy, którą mamy wygiąć z rury



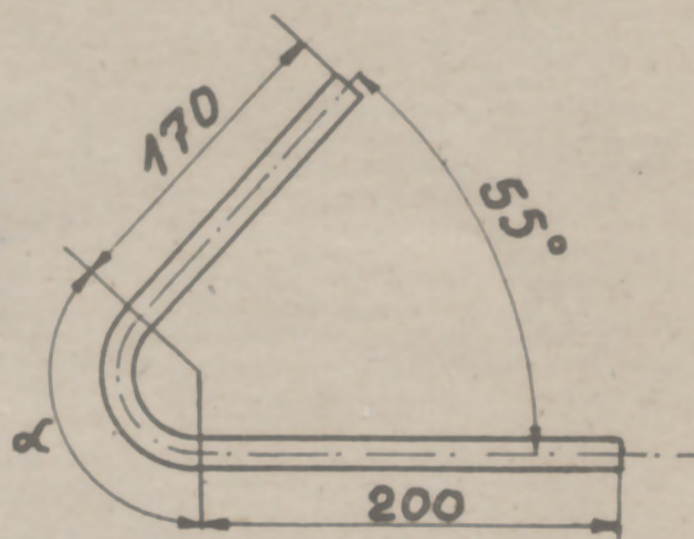
Rys. 207a

Pierwsza operacja: zgięcie dwóch łuków naraz. Rozstaw osi rolek stałych wynosi 400 mm (wymiar z rysunku)



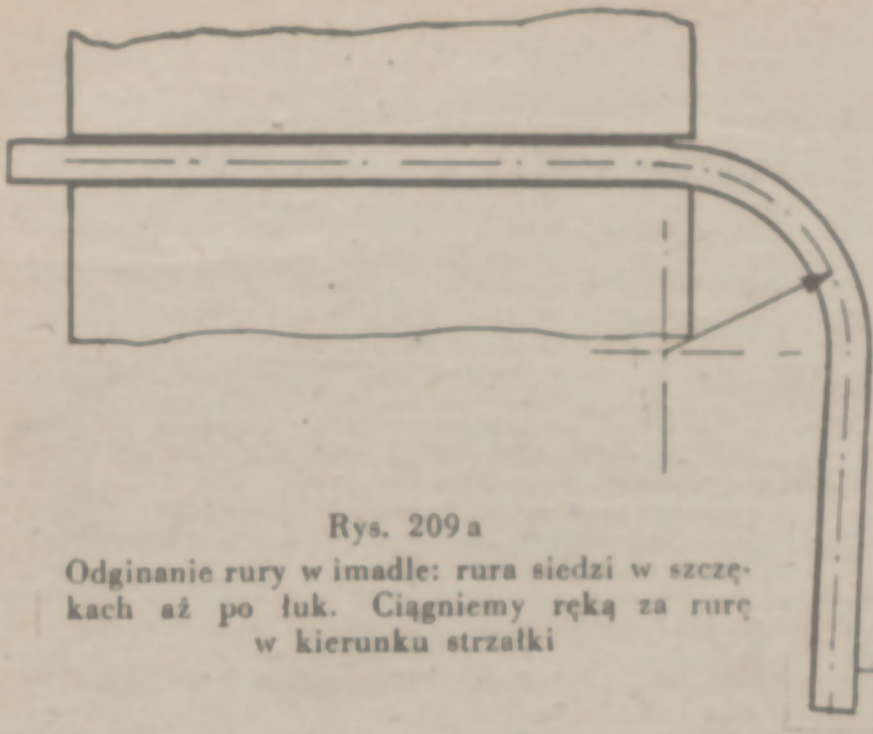
Rys. 207b

Druga operacja: Zgięcie pojedynczego łuku. Rura opiera się wykonanym poprzednio łukiem o rolkę. Rozstaw osi rolek jak w rysunku technicznym: 120 mm. Zgięcie czwartego łuku (trzecia operacja): tak samo druga

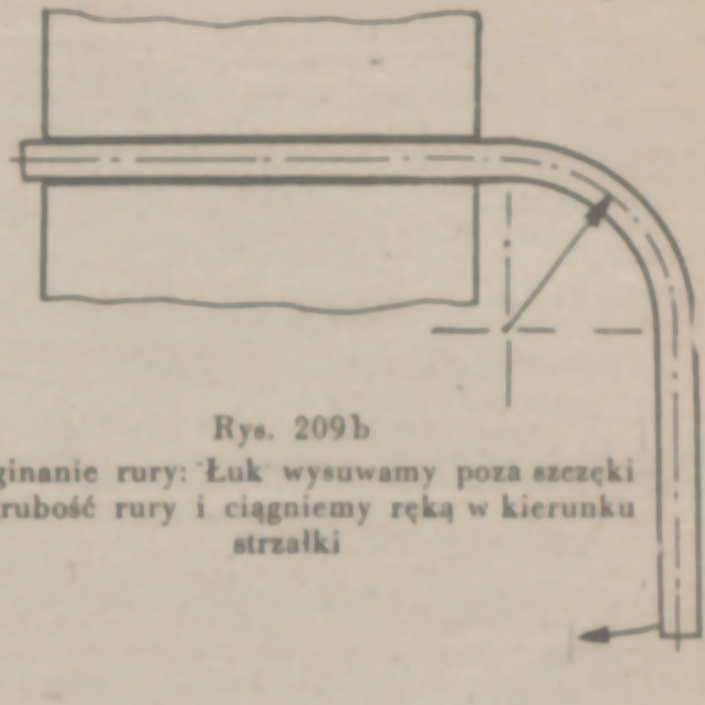


Rys. 208

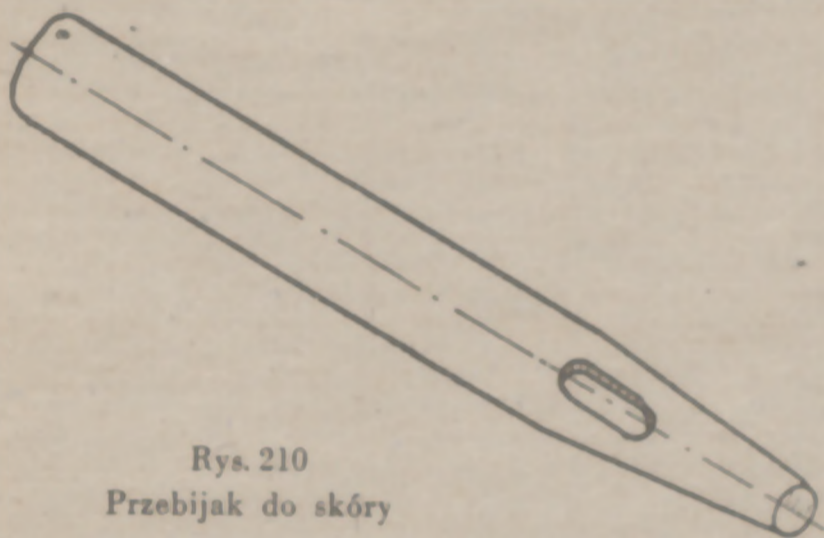
Długość łuku odpowiada kątowi α , który jest uzupełnieniem do 180° kąta między ramionami rury 55°



Rys. 209 a
Odginanie rury w imadle: rura siedzi w szczękach aż po łuk. Ciągniemy ręką za rurę w kierunku strzałki



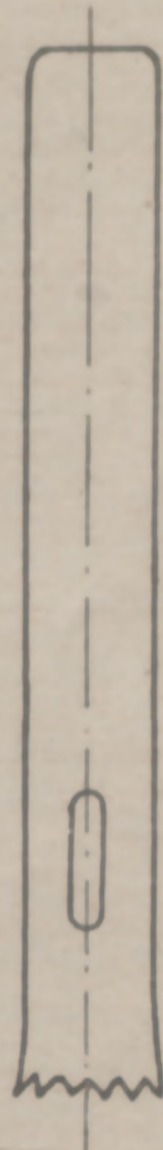
Rys. 209 b
Doginanie rury: Łuk wysuwamy poza szczęki o grubość rury i ciągniemy ręką w kierunku strzałki



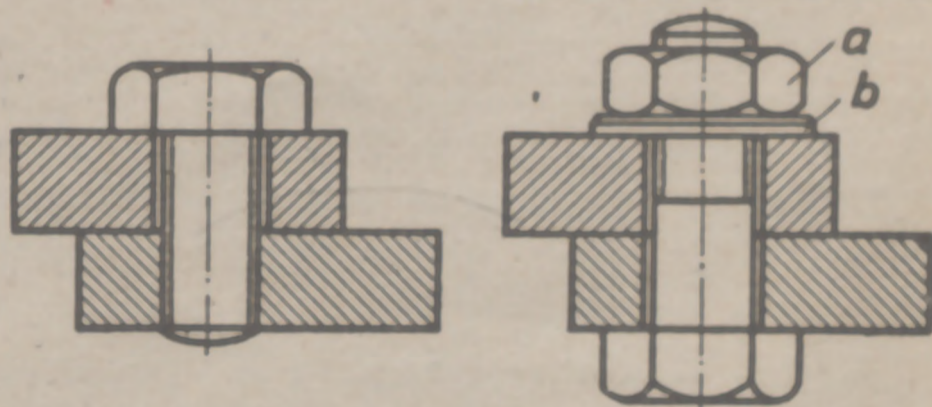
Rys. 210
Przebijak do skóry



Rys. 212
Śruby sześciokątne dokręcamy dokładnie pasującym kluczem



Rys. 211
Przebijak do muru



Rys. 213
Łączenie części maszyn na śruby niepasowane. Gwint w jednej części łączonej lub podkładka (b) i nakrętka (a)

Odcinamy teraz kawałek rury ściśle według wyliczonego wymiaru i zginamy po dwa łuki na raz, przyczem odległości środków rolek stałych muszą wynosić dokładnie 400 mm wzgl. 100 mm. Przykład wyliczenia długości rury dla wygięcia wg rys. 208. Dany jest kąt między ramionami rury; widzimy, że łuk koła odpowiada kątowi α , który jest uzupełnieniem danego kąta 55° do 180° (porównaj zginanie kształtowników, str. 49). Możemy to sobie wytłumaczyć następująco: Gdy rura była prosta, to miała kąt 180° ; następnie zginaliśmy tak długo, aż pozostało nam między ramionami 55° ; zatem zginaliśmy o kąt

$$\alpha = 180^\circ - 55^\circ = 125^\circ$$

Cały obwód koła (360°) wynosi πD ;

$$\text{Działka odpowiadająca kątowi } 1^\circ = \frac{\pi D}{360}$$

$$\text{Łuk odpowiadający kątowi } 125^\circ = \frac{\pi \cdot D \cdot 125}{360}$$

$$\text{Minimalna średnica rolki: } D = 5 \cdot 16 = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Długość łuku wynosi: } \frac{\pi \cdot 80 \cdot 125}{360} = \dots \dots \dots 109 \text{ mm}$$

$$\text{Długość części prostej} \dots \dots \dots 170 \text{ mm}$$

$$\text{" " " } \dots \dots \dots \underline{220 \text{ mm}}$$

$$\text{Razem długość: } 499 \text{ mm}$$

4. Odginanie i doginanie rur. Usuwanie spłaszczeń

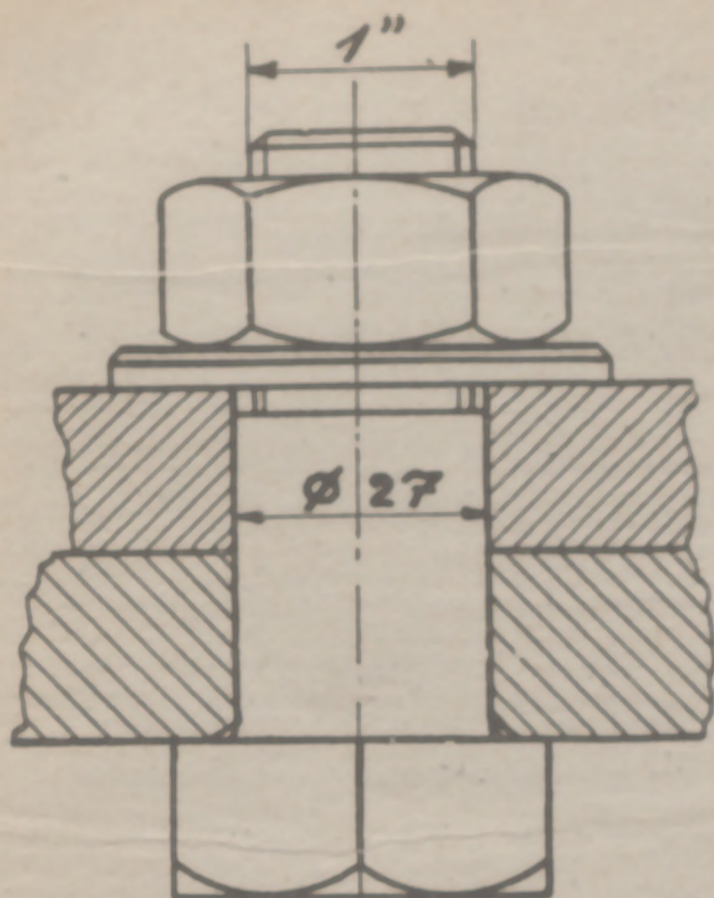
Gdy po zgięciu rury sprawdzamy kąt kątownikiem lub kątomierzem, nieraz trzeba dogiąć lub odgiąć rurę.

Dla odginania mocujemy rurę w imadle (przez ochraniacze!) łuk tuż koło szczęk (rys. 209 a). Gdy ciągniemy za drugi koniec rury, to mały odcinek łuku tuż przy szczękach zamieni się z powrotem w prostą. Rura jest odgięta. Jeżeli chcemy jeszcze więcej odginać, przesuwamy rurę znowu w głąb imadła, aby łuk był ponownie tuż koło szczęk.

Jeżeli kąt jest za duży i trzeba rurę dogiąć, mocujemy rurę, jak na rys. 209 b, łuk w odległości o grubość rury od szczęk imadła.

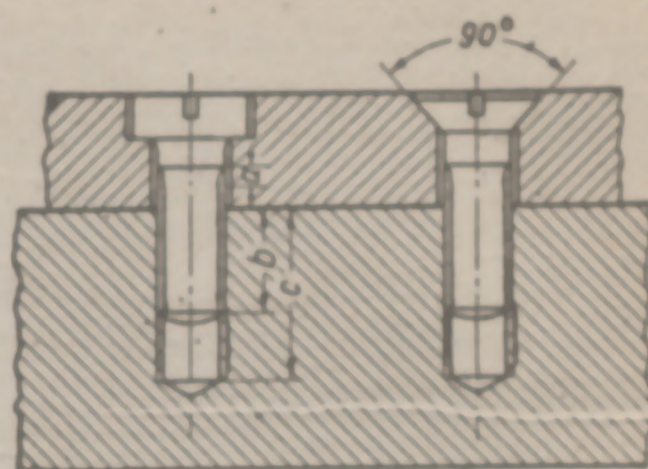
Ponieważ jak wyżej wspomniano, przy odginaniu kawałek łuku zamienia się w prostą, więc część prosta wydłuża się. Analogicznie, przy doginaniu część prosta skraca się. Przez odginanie z jednej, a doginanie z drugiej strony, można „przesuwać łuk“ nawet o $2 \div 3$ cm. Jeżeli więc przy gięciu rury, jak w przykładzie na rys. 208, jedno ramię wypadło nieco krótsze, niż przewidywał wymiar, a drugie nieco dłuższe, to przez odgięcie z zakrótkiej strony i dogięcie z zadługiej możemy błąd usunąć.

Gdy rura ma lekkie spłaszczenie, np. skutkiem za dużego luzu między rolkami, można to spłaszczenie usunąć przez ściśnięcie szczękami imadła (przez ochraniacze!). Spłaszczenie wtedy znika, ale jednocześnie kąt między ramionami rury się zwiększa. Jeżeli więc rura płaszczy się, to zginamy ją lekko poza pożądany kąt i rozginamy potem jednocześnie z usuwaniem spłaszczenia.



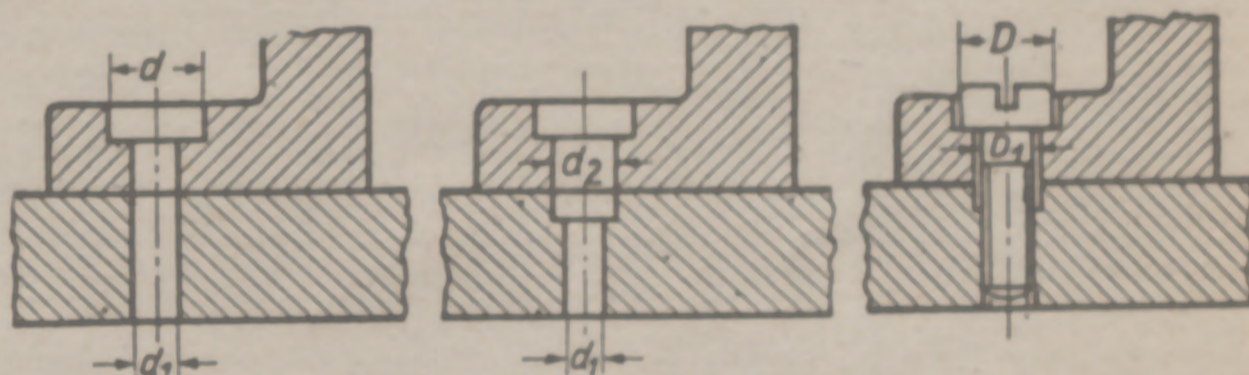
Rys. 214

Śruba pasowana posiada trzon grubszy od gwintu. Trzon siedzi ciasno w dokładnie obrobionym otworze



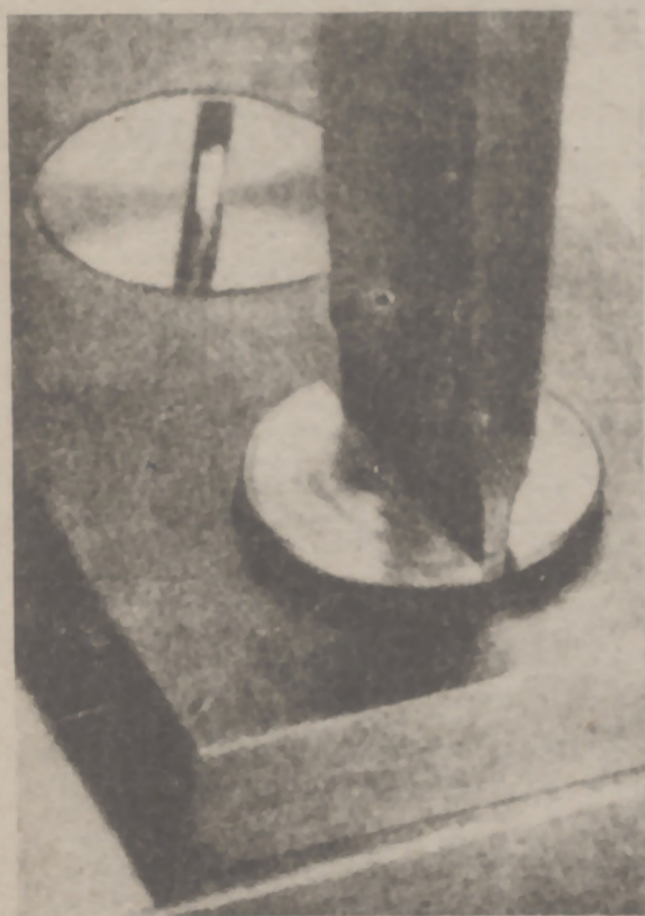
Rys. 215

Śruby z łbem walcowym i stożkowym



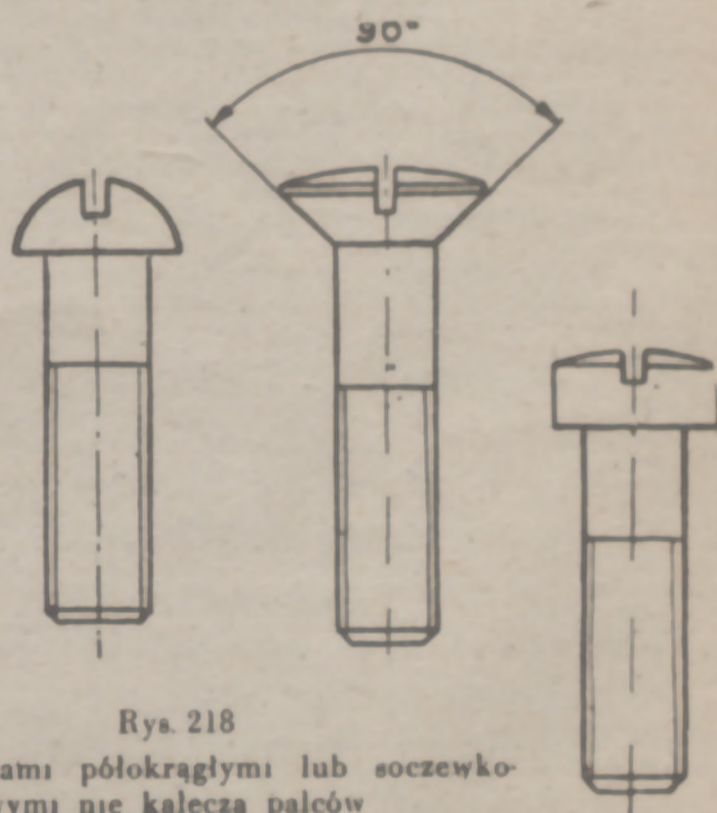
Rys. 216

Kolejność pracy przy łączeniu na śruby: wiercenie pod gwint przez obie części razem, pogłębienie, wywiercenie otworu przelotowego w górnej części



Rys. 217

Śruby wpuszczane przykręcamy śrubokrętem. Boki śrubokręta nie powinny być zbieżne, lecz równoległe



Rys. 218

Śruby z łbami półokrągłymi lub soczewkowymi nie kaleczą palców

M. Przebijanie

1. Przebijanie materiałów uszczelniających

Przy wyrobie uszczelek z gumy, filcu, fibry, skóry, klingerytu i innych, musimy wykonywać otwory najczęściej okrągłe. Otworu w takim materiale nie możemy wiercić, bo wypadnie niezgrabnie, z poszarpanymi krawędziami i nieokrągły.

Dlatego do wykonywania otworów w materiałach miękkich używamy przebijaka, przedstawionego na rys. 210.

Przebijak przystawiamy prostopadle i uderzamy młotkiem. Jeżeli nie mamy fabrycznego przebijaka na daną średnicę, możemy sobie do kilku sztuk zrobić przebijak przez zaszlifowanie na ostro krawędzi stalowej rurki na jednym końcu i zaspawania czy zakorkowania na drugim, dla uderzania młotkiem.

2. Przebijanie muru

Do wybijania okrągłej dziury w murze z cegieł lub betonu, służy nam przebijak do muru, przedstawiony na rys. 211. Przykładamy przebijak ząbkami do muru, uderzamy młotem i okręcamy po każdym uderzeniu. Od czasu do czasu wysypujemy gruz. Jeżeli zależy na wybiciu dziury w pewnym dokładnie określonym miejscu, znaczymy je sobie przez pociągnięcie osi pionowej i poziomej. Znaczenie kółkiem nie daje rezultatu, bo kółko znika, gdy tylko mur zacznie się kruszyć przy dziurze.

N. Łączenie na śruby i kołki

1. Śruby z łbem sześciokątnym

a. Śruby niepasowane. Do łączenia części maszyn używamy śrub, które w przeciwieństwie do nitów pozwalają na rozłączanie każdorazowe montowanych części. Najczęściej używane są śruby z łbem sześciokątnym, dokręcane dokładnie pasującym kluczem (rys. 212). Połączenie śrubowe jest bądź przez przechodzącą na wylot śrubę z podkładką i nakrętką (rys. 213), bądź też śruba przechodzi przez łączone części luzem za wyjątkiem ostatniej, w której nacięty jest gwint. Część z naciętym gwintem musi być wtedy co najmniej tak gruba, jak średnica wewnętrzna gwintu. Przy materiałach o małej wytrzymałości grubość części z naciętym gwintem jest większa i wynosi dla żeliwa 1,2 a dla metali lekkich 1,4 średnicy śruby.

W obu wypadkach otwory, przez które śruba ma przechodzić luzem, wiercimy wiertłem większym niż średnica zewnętrzna gwintu.

Jeżeli części maszyn połączone są kilkoma śrubami, to przy łączeniu pamiętamy o następującej zasadzie:

Odkręcamy i dokręcamy wszystkie śruby kolejno i równomiernie. Jeżeli bowiem dokręcić pierwszą śrubę „na moc“ zanim inne wsadzimy do otworów, to śruby nie trafiają w dziury. Wkręcamy więc śruby kolejno, a gdy wszystkie dobrze siedzą, dokręcamy „na moc“ śruby naprzeciw siebie leżące, czyli „na krzyż“.

Podobnie przy odkręcaniu: gdy wyjmować śruby jedna za drugą bez poluznienia wszystkich, to gdy przedmiot zawiesznie całym ciężarem na ostatniej śrubie i to jeszcze śrubie najtrudniej dostępnej, wtedy nie można jej ruszyć; gwałtowne środki prowadzą do urwania śruby i nie spodziewanego upadku przedmiotu.

b. Śruby pasowane. Jeżeli łączone przedmioty nie mają przesuwac się nawet w granicach tego małego luzu, który jest między śrubą a otworem, stosujemy śruby pasowane. Śruba taka posiada wówczas gładko toczony trzon o większej średnicy niż gwint. Trzon pasuje dokładnie w otworze, najczęściej rozwiercanym lub wytaczanym (rys. 214). Dla wiercenia otworu i rozwiercania oba przedmioty muszą już dokładnie przylegać, złączone prowizorycznie np. imadłkami ręcznymi. Otwór ma u wlotu krawędź złamaną przez stożkowe wcięcie większym wiertłem, aby śruba dobrze przylegała całą powierzchnią łba, a nie opierała się o zaokrąglenie między trzonem a łbem śruby.

2. Śruby wpuszczane

Gdy zależy nam na gładkiej powierzchni przedmiotu łączonego, łby śrub trzeba wpuścić w materiał. Unikamy wtedy np. pokaleczenia palców o wystające łby śrub.

a. Śruby z łbami walcowymi. Gdy chcemy mieć między śrubą a częściami łączonymi mały luz, wówczas stosujemy łby walcowe (rys. 215). Kolejność pracy przy wykonywaniu takiego połączenia jest następująca: najpierw wiercimy przez oba łączone przedmioty otwór o średnicy d_1 pod gwint (średnica wiertła wg tabeli), jak to widzimy na rys. 216, oraz pogłębiamy pogłębiaczem otwór d na główkę śruby. Pogłębiacz ma średnicę nieco większą niż łeb śruby D , aby był luz. Następnie wiercimy otwór przelotowy do gwintu, aby średnica D_1 przechodziła luzem. Nakoniec gwintujemy otwór d_1 w dolnej części i połączenie jest gotowe.

b. Śruby z łbami stożkowymi. Zupełnie podobnie jest przebieg pracy przy łączeniu na śruby z łbami stożkowymi, lecz przedmioty łączone nie mają możliwości przesuwania się w granicach luzu na śrubie, bo stożkowa główka siedzi ciasno w odpowiednim gnieździe. Kąt wierzchołkowy stożka wynosi normalnie 90° (rys. 215), wyjątkowo 60° . Otwory stożkowe wykonujemy specjalnym pogłębiaczem lub w braku tego ostrzemy wiertło na kąt 90° .

Dokręcanie śrub widzimy na rys. 217. Śrubokręt nie powinien być na końcu zbieżny, lecz posiadać dwie płaszczyzny równoległe.

c. Śruby z łbami soczewkowymi. Śruby walcowe i stożkowe posiadają ostre krawędzie, co mimo wpuszczenia w materiał może powodować skaleczenia. Dlatego stosujemy we wnętrzach karoserii, przy okuciach meblowych i zamkach soczewkowate zaokrąglenia zarówno na łbach stożkowych jak i walcowych (rys. 218). Daje to śrubom elegancki wygląd i uniemożliwia skaleczenia.

3. Ustalanie kołkami

Gdy części łączone śrubami nie mają się po zamontowaniu przesuwają, względnie aby móc przy ponownym montowaniu połączyć identycznie tak samo jak przedtem, to po połączeniu i ustawieniu wbijamy w części łączone kołki stożkowe lub walcowe (patrz rys. 219).

Gdy przedmioty łączone są już dokładnie ustawione i skręcone śrubami, wówczas wiercimy przez oba przedmioty na raz otwory, które następnie rozwiercamy stożkowo lub walcowo (patrz rozdział „Rozwiercanie“, str. 34 i następne).

Do rozwierconych otworów wbijamy odpowiedni kołek (rys. 220), przyczem otwór musi być dobrze oczyszczony z wiórów (rys. 221), a kołek posmarowany rzadką oliwą. Jeżeli kołek nie jest z twardej, hartowanej stali, to przez uderzanie młotkiem może rozbić się główka. Kołki takie wciskamy szczękami imadła.

Wybicie kołka stożkowego z otworu odbywa się jak to pokazuje rys. 222. Kołek stożkowy zakleszcza się silniej od walcowego, a wybijać go można tylko w jednym kierunku.

O. Nitowanie

1. Uwagi wstępne

Nitowanie jest łączeniem części maszyn na stałe, bez możliwości rozłączania. Dawniej wszelkie mosty i kotły wykonywano przez nitowanie; dzisiaj wypiera je w tych dziedzinach spawanie. Nitowanie pozostaje jednak niezastąpione przy łączeniu materiałów, które nie wytrzymują wysokiej temperatury spawania, jak np.: skóra, którą trzeba złączyć na stałe z jakimś metalem, sprężynka która nie może się wyżarzyć itp. Wreszcie łączenie szczypiec, цашек do gwoździ i wiele innych.

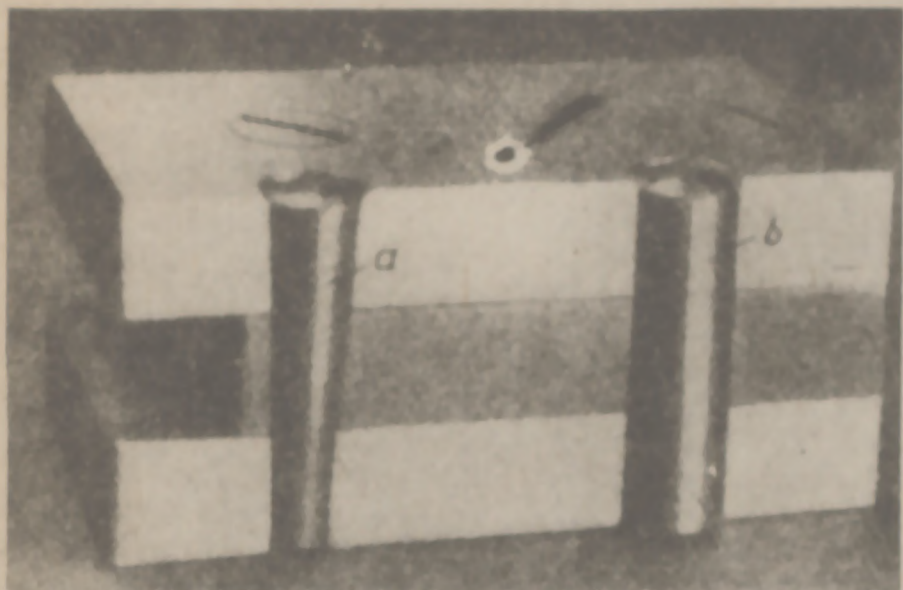
Od szwu nitowanego wymagamy bądź tylko wytrzymałości (mosty, kraty), bądź też szczelności połączenia (zbiorniki), wreszcie w szczególnym wypadku szczelności i wytrzymałości jednocześnie (kotły). W związku z tym rozróżniamy nitowanie „mocne“, „szczelne“ i „mocno-szczelne“. To ostatnie stanowi specjalność kotlarską, dlatego omówimy tylko pierwsze dwa nitowania.

Nity do nitowania „mocnego“, tak zwane nity mostowe, widzimy na rys. 223; nity do nitowań szczelnych, czyli nity kotłowe przedstawia rys. 224.

2. Łączenie części maszyn na nity

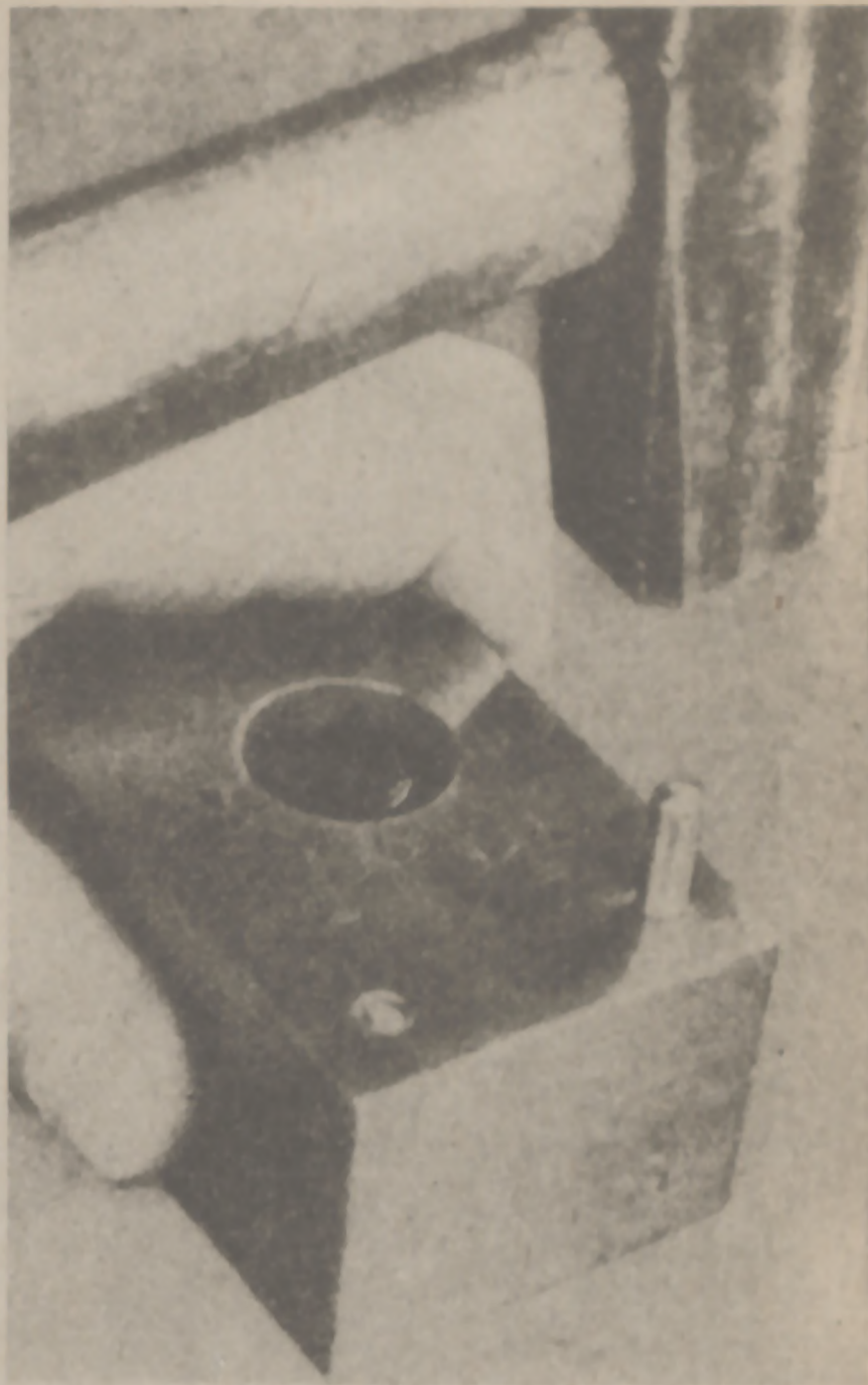
Na rys. 225 widzimy przynitowane płytki do sworznia. W płytce wykonujemy pogłębienie stożkowe, a sworzeń sterczy poza płytę. Rozklepujemy delikatnie czubek sworznia małym młotkiem, aż do wypełnienia stożkowego pogłębienia. Jeżeli dobrze zalitujemy, to po zapilowaniu i spolerowaniu nie widać żadnej szpary.

Gdy łączymy na nit części, które mają się obracać, jak np. szczypce lub cęgi, wówczas między części łączone wkładamy przed nitowaniem papierek (rys. 226), a będziemy mieli po zaklepaniu potrzebny luz.



Rys. 219

Kołki stożkowe lub walcowe uniemożliwiają przesuwanie się części maszyn złączonych śrubami; *a*—kołek stożkowy, *b*—kołek walcowy



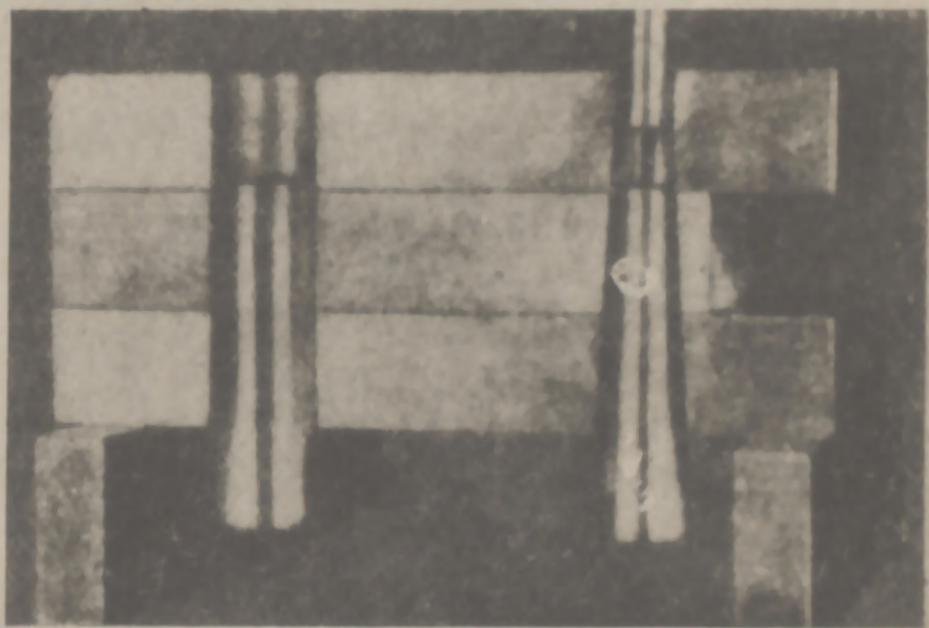
Rys. 220

Kołek wbijamy delikatnie młotkiem



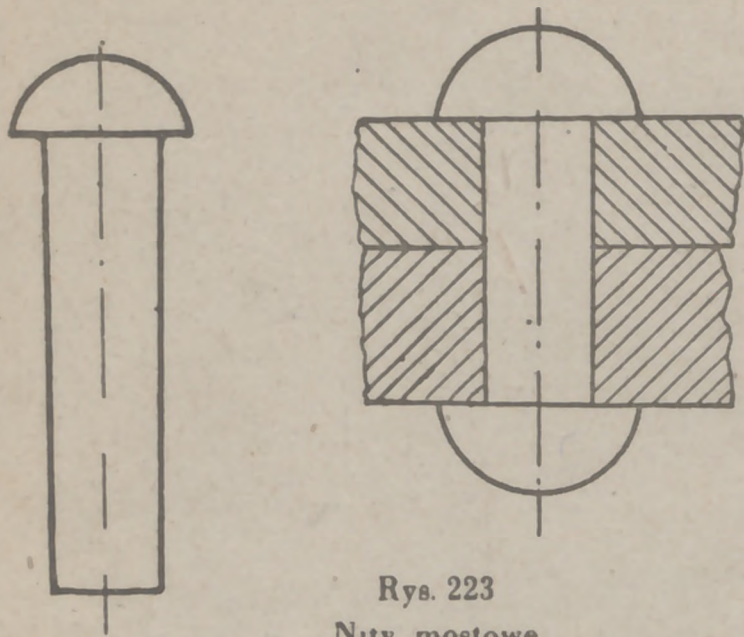
Rys. 221

Otwór dla kołka czyścimy i oliwimy

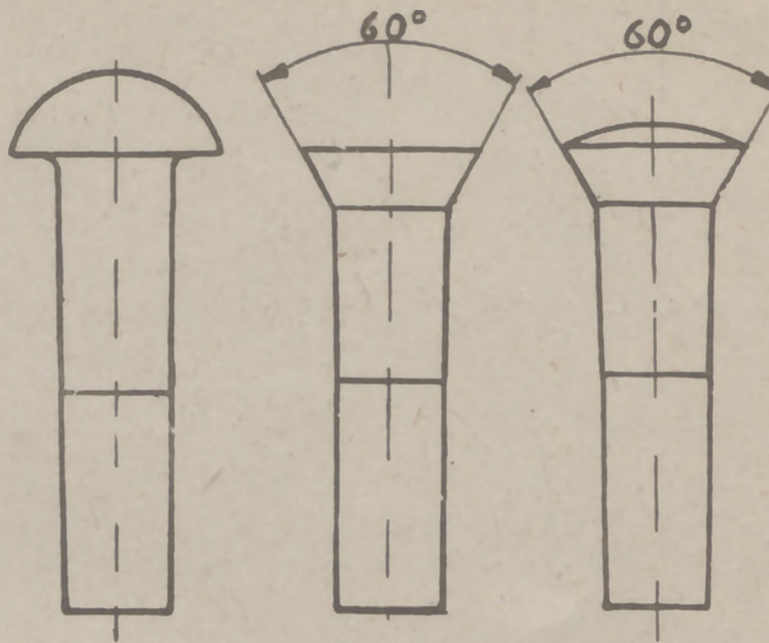


Rys. 222

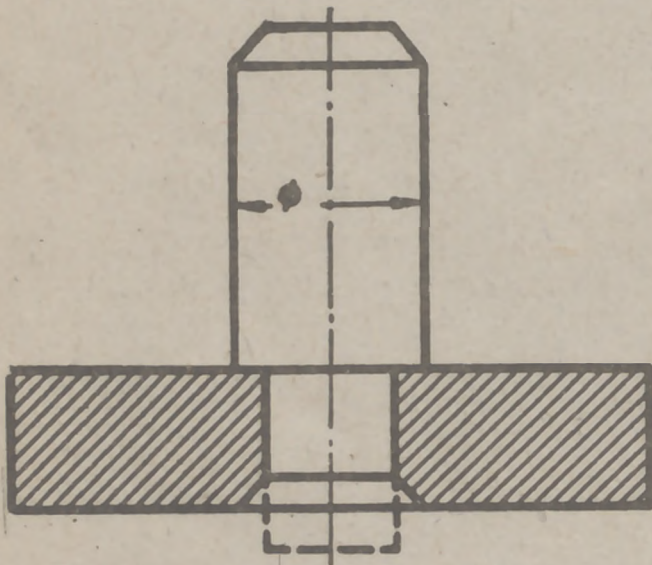
Wybijanie kołków (kołek stożkowy może wyjść tylko w jedną stronę)



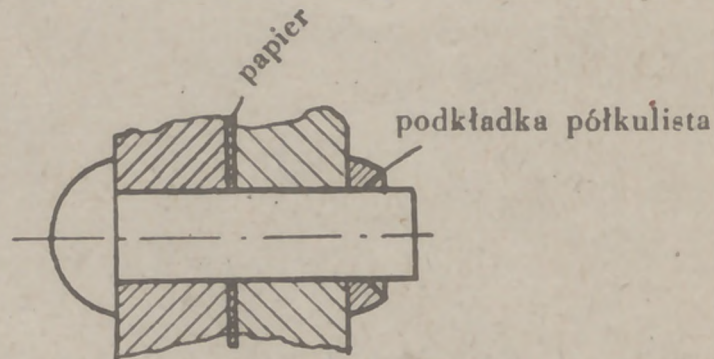
Rys. 223
Nity mostowe



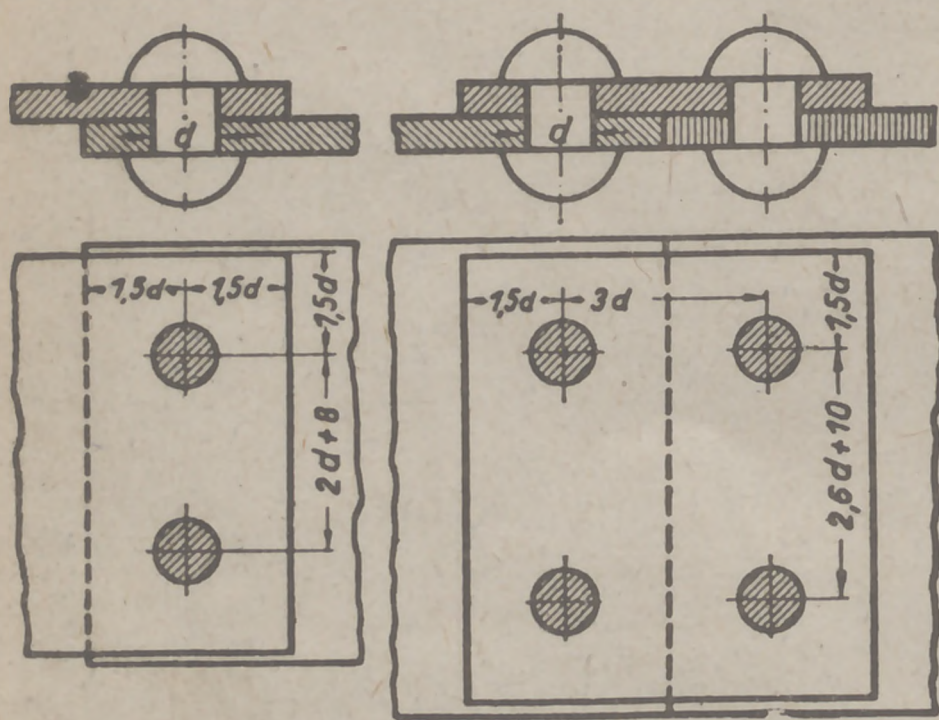
Rys. 224
Nity kotłowe



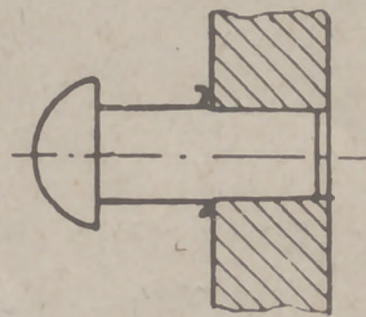
Rys. 225
Sworzeń przynitujemy do płytki



Rys. 226
Gdy części łączone mają się poruszać, kładziemy przed nitowaniem pomiędzy nie paperek



Rys. 227
Jeżeli rysunek techniczny nie przewiduje inaczej, obieramy odległości między nitami oraz od osi do brzegów blachy według średnicy nita. Rysunek przedstawia nitowanie jednorzędowe zwykłe i jednorzędowe na zakładkę



Rys. 228
Jeżeli wtlaczać siłą nit do zbyt ciasnego otworu, to krawędź otworu skrawa z nita mały wiórek, który przeszkadza przy nitowaniu

Gdy nie mamy odpowiednich urządzeń do ładnego wyklepania okrągłej główki, to toczymy z miękkiej stali podkładkę kulistą ze stożkowym wgłębieniem, jak na rys. 226, a rozklepanie jest wtedy łatwiejsze.

3. Nitowanie blach „mocne“

Jeżeli średnica nita jest 10 mm lub więcej, nitujemy wtedy na gorąco. Po zabiciu nit stygnąc kurczy się i ścisła łączone części z dużą siłą. Tarcie między powierzchniami części łączonych jest tak duże, że o przesuwaniu się nie ma mowy. Jedynie małe nity nitujemy na zimno.

Przebieg pracy jest następujący:

a. **Trasowanie otworów.** Odstępy między nitami wykonujemy według danego technicznego rysunku lub przyjmujemy odległości w stosunku do grubości nita d , jak na rys. 227.

Sama średnica nita, jeśli nie jest podana na rysunku, wynosi około dwóch grubości blach lub grubość blachy plus 8 mm.

b. **Wykonanie otworu.** Otwory punktujemy i wiercimy przez obie części łączone razem. Aby części nie przesuwwały się, trzymamy je imadłkami a po przewierceniu pierwszych otworów skręcamy prowizorycznie śrubami. Przy nitowaniu cienkich blach możemy otwory wytłaczać na zimno na dziurkarce (patrz: Inż. A. Michalik „Obróbka metali przez skrawanie“ str. 120).

Otwór pod nit musi być dobrze dobrany. Przy otworze za ciasnym nit nie wchodzi lub brzeg otworu zbiera przy wbijaniu wiórek z nita. Wiórek zakleszcza się pod główką nita (rys. 228).

Dla nitowania zimnego dajemy otwór ciasny, aby nit ciasno wszedł, ale bez wbijania siłą. Przy nitowaniu na gorąco średnica otworu jest o 1 mm większa. Gdy nitujemy na gorąco nity mniejsze od 10 mm wtedy średnica otworu jest mniejsza.

Gdy stwierdzimy, że nity wchodzi za ciasno, to rozwiercamy otwór kwadratowym rozwiertakiem ślusarskim.

Brzegi otworu muszą być gładkie, bez zadziorów powstałych przy wierceniu. Dlatego załamujemy krawędź otworu większym wiertłem (porównaj łączenie na śruby, str. 110, 112).

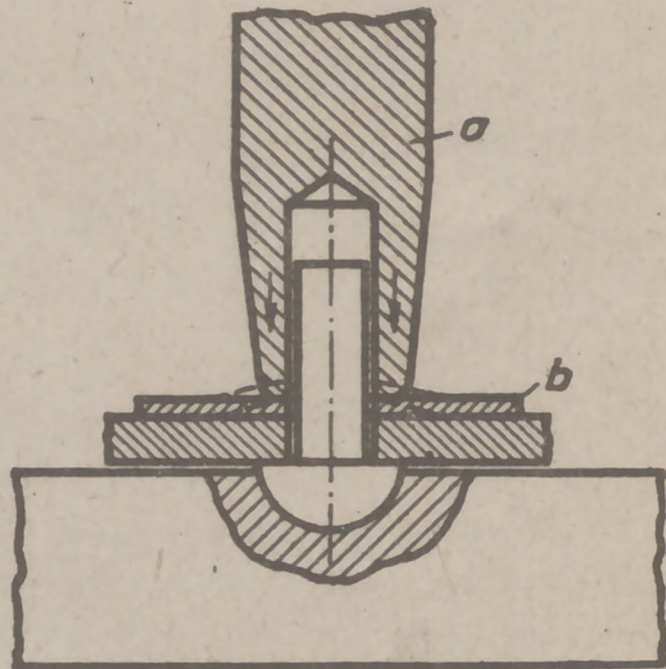
c. **Dociąganie i zabijanie.** Nit wsadzamy do otworu i dociągamy go dociągaczem (rys. 229 a i 229 b) aż obie części łączone dobrze będą dolegały. Gdy blachy nie dociągnie się, wtedy na luzie powstaje zgrubienie nita, jak na rys. 230.

Po dociągnięciu kładziemy łeb nita na płytę z kulistym wgłębieniem, dokładnie dobranym do łba a wystający koniec rozbijamy młotkiem. Dla wybicia łba kulistego musi sterczeć poza blachę odcinek długi na 1,6 średnicy nita. Dla wykonania łba wpuszczanego wystarcza 0,9 średnicy.

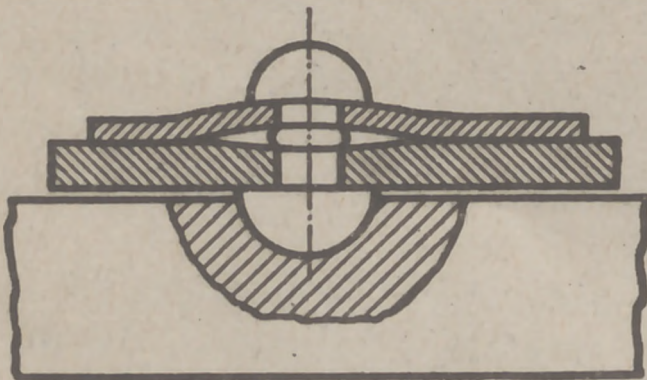
Łeb nita formujemy ogłowiakiem przez uderzanie młotkiem (rys. 231). Nit z łbem wpuszczanym rozklepujemy wprost młotkiem, zważając aby nie uderzać po przedmiocie (rys. 232).



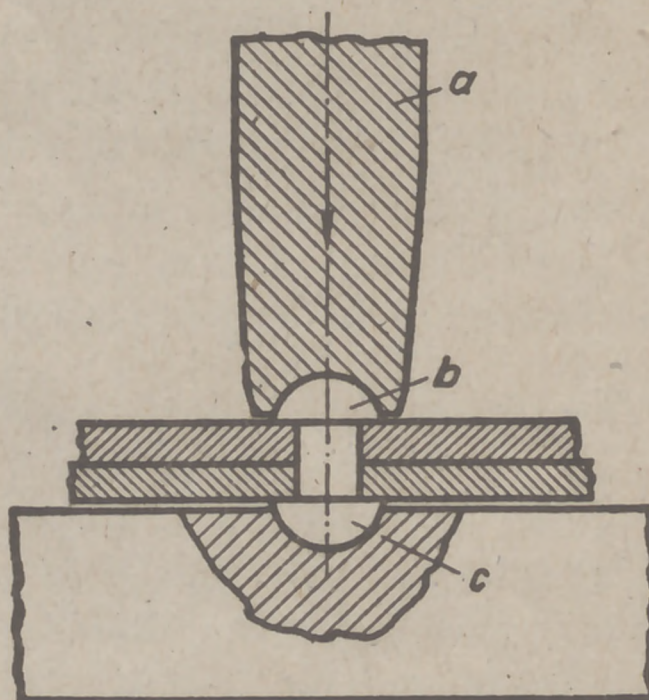
Rys. 229 a
Przed zabiciem nitą dociągamy blachy do-
ciągaczem



Rys. 229 b
Działanie dociągacza. a — dociągacz, b — blachy



Rys. 230
Jeżeli zaniechamy dociągnięcia części łączo-
nych, to powstanie między nimi zgrubienie
i nit nie trzyma



Rys. 231
Formowanie główki nitą ogłowiakiem. a —
ogłowiak, b — główka formowana, c — główka
nitą oparta w półkulistym zagłębieniu płyty

4. Nitowanie szczelne

Do nitowania szczelnego używamy nitów ze stożkowym osadzeniem, które zapewnia połączeniu szczelność (patrz rys. 233). Przez uszczelnienie połączeń minią uzyskujemy szczelność wystarczającą w zbiornikach. Do budowy kotłów pracujących pod ciśnieniem musimy zawsze nitować na gorąco. Główki nitów szczelnych są nieco mniejsze, aby można było dawać nity gęściej. Odległości i średnice nitów bierzemy z rysunków technicznych kotła.

P. Lutowanie

1. Lutowanie miękkie

a. Opis lutowania. Lutowanie jest to łączenie stałe dwóch kawałków metali przez trzeci metal o niskim punkcie topności tzw. lut. Tym niskotopliwym metalem jest z reguły cyna i jej stopy. Najgorsza cyna lutownicza ma 25% czystej cyny i 75% ołowiu. Najlepszy lut, tzw. cyna angielska ma około 80% cyny, trochę cynku i ołowiu. Dobre połączenie lutowane polega na utworzeniu stopu między lutem a częściami łączonymi.

Przedmioty lutowane musimy na miejscach styku odpowiednio przygotować. Najważniejszym warunkiem dobrego lutowania jest czystość metaliczna płaszczyzn stykowych. Uzyskujemy ją przez wypielowanie lub wyskrobanie powierzchni lutowanych do metalicznego połysku. Aby umożliwić cynie wytworzenie stopu z metalami łączonymi oraz chronić powierzchnie stykowe od utlenienia podczas lutowania, smarujemy je po oczyszczeniu pastą lub kwasem. Dla połączeń niezbyt obciążonych wytrzymałościowo, jak np. przewody w aparacie radiowym, oczyszczamy styki kalafonią. Pastę lub kalafonię kupujemy gotową, czasem nawet razem z cyną, jako rurkę z cyny wypełnioną wewnątrz masą; kwas przygotowujemy sami.

Używamy tu odpowiednio rozcieńczony i przygotowany kwas solny (HCl), czyli połączenia wodoru z chlorem. Przechowujemy je zawsze w szklanym naczyniu i nie przelewamy do blaszanek, bo kwas przeżera każdy metal. Naczynia z kwasem muszą być zawsze dobrze zakorkowane, najlepiej szlifowanymi korkami szklanymi, aby pary kwasu nie ulatywały. Do kwasu wrzucamy kawałki cynku, który łączy się z chlorem na chlorek cynku i opada jako osad na dno. Pozostaje wolny wodór, który po oddzieleniu się od chloru wylatuje z kwasu w postaci baniek. Wodór jest łatwopalny, a zmieszany z powietrzem nawet wybuchowy. Dlatego po wrzuceniu cynku do kwasu stawiamy naczynie otwarte, na świeżym powietrzu, a wtedy wodór w miarę wydzielania się uchodzi jako gaz.

Jeżeli po wrzuceniu cynku zamknąć flaszke i otworzyć ją później w pobliżu ognia, spowoduje się wybuch, grożący poparzeniem.

Wrzucamy cynk tak długo, aż się przestanie rozpuszczać, poczem mamy płyn gotowy i smarujemy nim powierzchnie stykowe pendzelkiem lub piórkiem. Po lutowaniu trzeba resztki kwasu zmyć ze szwu letnią wodą, aby nie przegryzały metalu i nie robiły plam.

Wprowadzenie lutu na miejsce lutowane odbywa się przy pomocy kolby miedzianej (rys. 234), tzw. lutówki.

Lutówka składa się z miedzianej główki osadzonej na trzpieniu z rączką. Do szwów podłużnych służy nam lutówka o kształcie młotka (jak na rysunku) a do lutowania w narożnikach używamy lutówek o kształcie piramidy. Lutówki są różnych wielkości, od 100 g wzwyż. Do dużych przedmiotów potrzeba lutówki większej.

Lutówki nagrzewamy w ognisku lub palniku, w żadnym wypadku nie dłużej aż do pokazania się zielonego nalotu. Pozostawienie lutówki w ogniu bez dozoru grozi upaleniem krawędzi a nawet spalaniem całej główki. Najlepsze są pod tym względem lutówki elektryczne z wbudowanym grzejnikiem. Ostrze lutówki powinno być zawsze czyste, więc w razie upalenia trzeba je zeszkrobać do czystego metalu. Gdy lutówka jest zagrzana, pocieramy ją o salmiak dla oczyszczenia (patrz rys. 235) i dotykamy ostrzem do kawałka cyny; cyna rozpuszcza się i trzyma się ostrza. Teraz przesuwamy ostrzem lutówki po szwie; cyna spływa i łączy oba kawałki metalu.

Przy długich przedmiotach, aby ciepło nie uciekało, kładziemy przedmioty lutowane na azbeście lub na drzewie.

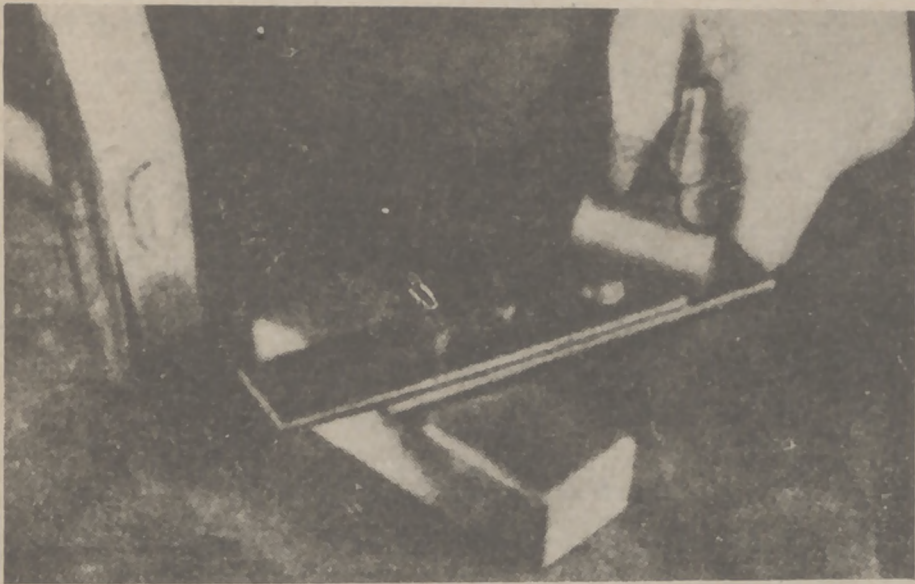
b. Przykłady lutowania. Lutowanie cyną nie jest połączeniem bardzo mocnym, ale można mimo to łączyć części, zapewniając połączeniu wytrzymałość. Na rys. 236 widzimy przylutowanie blaszki zgiętej pod kątem prostym na trzy różne sposoby. Przymocowanie oznaczone literą *a* jest najmocniejsze, *b* jest dobre, a *c* jest najsłabsze, — przy tym samym obciążeniu w dół, jak pokazuje strzałka na rysunku.

W elektro- i radiotechnice używamy lutowania ze względu na szybkość i łatwą pracę, oraz metaliczne połączenie. (Ważne ze względu na przewodnictwo prądu elektrycznego).

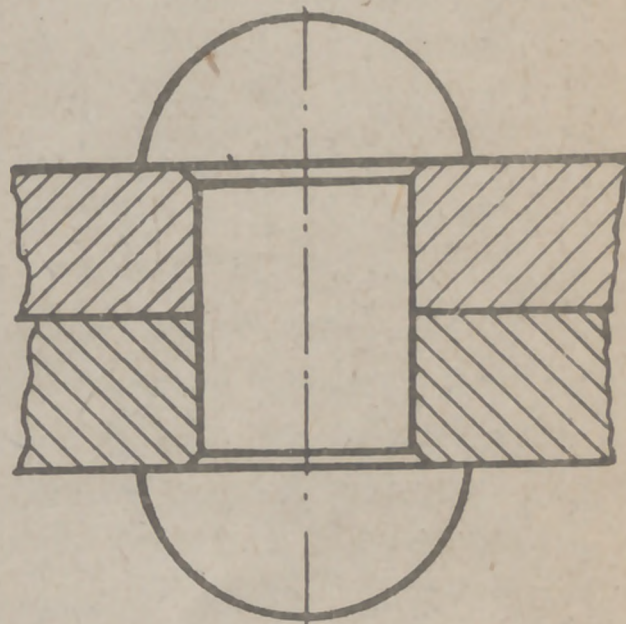
Lutowania używamy często do połączeń szczelnych, nie wymagających wielkiej wytrzymałości, jak zamykanie puszek z konserwami itp. co się jednak lutuje masywno. Ślusarz musi natomiast umieć zalutować np. pływak, utrzymujący poziom cieczy (benzyny, wody). Przy takim lutowaniu szczelnym należy zawsze zrobić zdaleka od szwu małą dziurkę dla odprowadzania gazów. Mianowicie podczas lutowania wywiązują się gazy, które przy ostatnim domknięciu szwu przenikają przez cynę jeszcze płynną i czynią spoinę porowatą jak gąbka. Pływak jest wówczas nieszczelny. Gdy wywiercimy dziurkę, gazy odchodzą przez nią, a gdy przedmiot całkowicie ostygnie, wówczas zalutowujemy jeszcze dziurkę.

2. Lutowanie twarde (Lutospawanie)

Jest to lutowanie dwu metali rozgrzanych do koloru ciemno-czerwonego, przy pomocy lutu rozgrzanego do stanu płynności. Najczęściej spotykanym lutem jest stop miedzi z cynkiem czyli mosiądz, o zawartości 42 — 54% miedzi. Dzięki wysokiej temperaturze małe ilości tłuszczu, brudu a nawet farby spalają się i nie przeszkadzają przy lutowaniu. Obie części lutowane muszą się stykać, i to na możliwie długim odcinku. Sam lut nie jest bowiem tak mocny jak nowy stop, powstający



Rys. 232
Przy nicie wpuszczanym rozklepujemy ster-
czący koniec młotkiem



Rys. 233
Połączenie nitowane szczelne



Rys. 234
Lutowka. Miedziany łeb ogrzewamy palnikiem.
Ostrze wystaje z płomienia, aby się nie upalało



Rys. 235
Lutowkę pocieramy ostrzem o salmiak

w miejscu styku łączonych części. Wytrzymałość dobrego połączenia lutowanego mosiądzem nie ustępuje wiele wytrzymałości miękkiej stali.

Aby więc umożliwić styk jaknajdłuższy, wypiłowujemy części łączone, jak to pokazuje rys. 237.

Przedmioty łączone podgrzewamy płomieniem acetylenowym wyrównanym (więc ani utleniającym, ani nawęglającym) lub w ognisku kowalskim do koloru ciemno-czerwonego. Jeżeli zagrzejemy za wysoko, to powierzchnia żelazna pokryje się zendrą i lut nie chwyci.

Gdy miejsca styku są zagrzane, posypujemy je boraksem dla rozpuszczenia powstałych tlenków. Boraks spływa i okrywa powierzchnie łączone szklistą powłoką. Podrzewamy teraz ponownie palnikiem na kolor ciemno-czerwony i dotykamy pręcikiem mosiężnym. Mosiądz topi się od palnika i spływa na miejsce zagrzane. Boraks pływa po wierzchu i chroni od spalenia.

Jeśli jednak ostrym płomieniem palić mosiądz, to cynk się spali a przedmiot pokryje się czerwonymi plamkami miedzi. Połączenie jest wtedy bardzo osłabione.

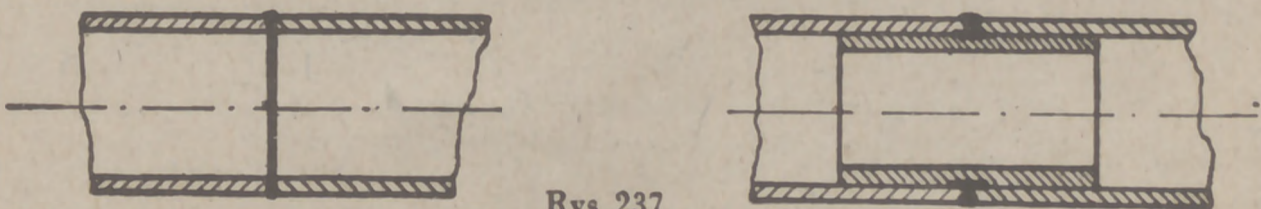
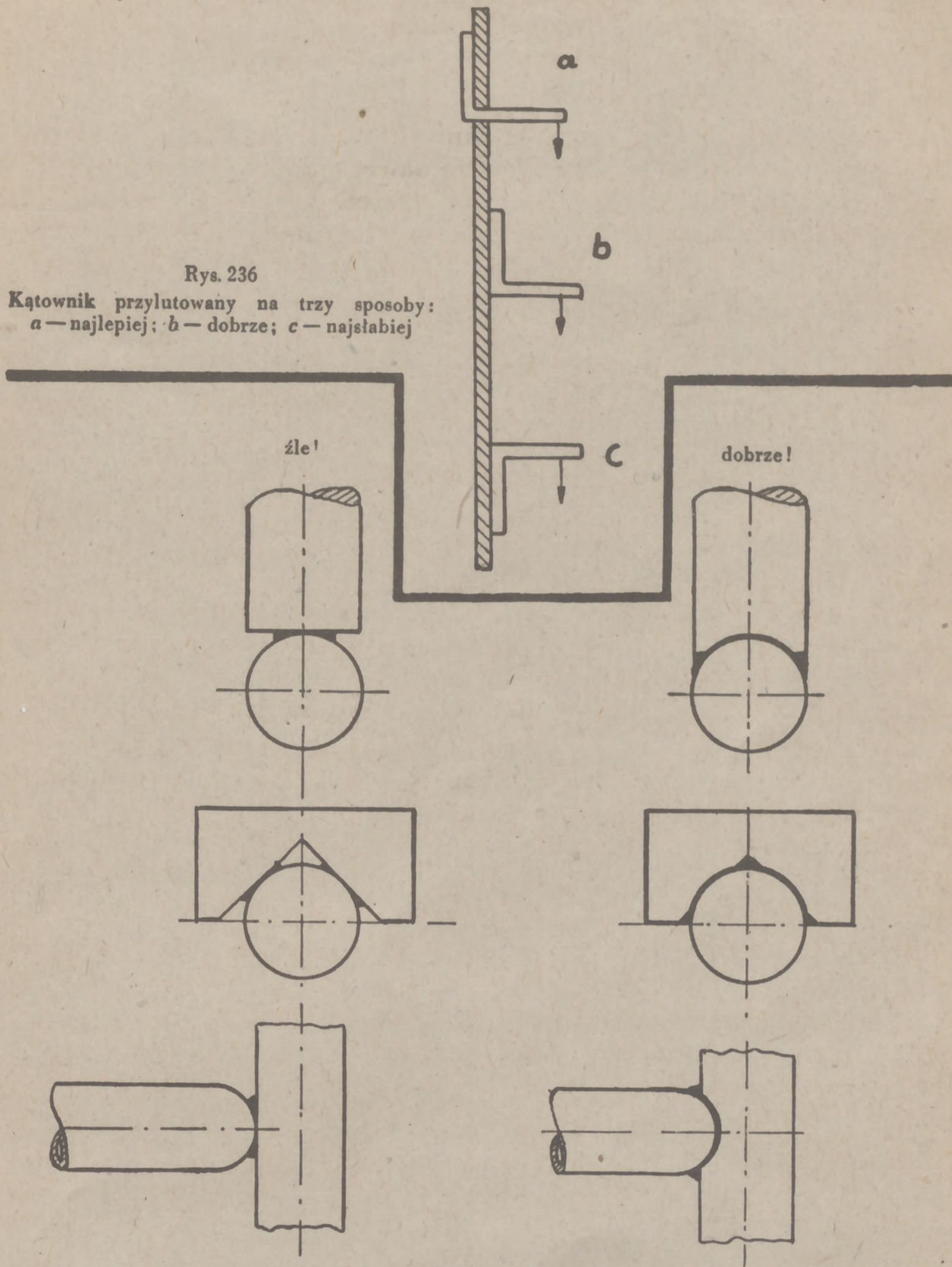
Po lutowaniu czekamy aż przedmioty łączone ostygną, poczym odbijamy szklistą powłokę z boraksu i oczyszczamy starannie miejsce lutowane pilnikiem. Jeżeli tę czynność zadnedba się i np. zamalowuje się, po kilkunastu dniach boraks zamieni się ponownie w proszek i odleci razem z farbą, a miejsce odsłonięte łatwo zardzewieje.

Mosiądz po lutowaniu stygnąc przechodzi ze stanu płynnego do stałego, przyczem zanim nie ostygnie całkiem jest bardzo kruchy. Dlatego po lutowaniu pozwalamy przedmiotowi wystygnąć nie ruszając nim. Gdy mosiądz ostygnie, jest ciągliwy, giętki i daje się dobrze skrawać. Jedynie pilnik ślizga się po mosiądzu, więc do piłowania mosiądzu używamy tarnika.

Przez lutowanie możemy łączyć stale o różnych twardościach żeliwo ze stalą, czy kujną leizną itd.

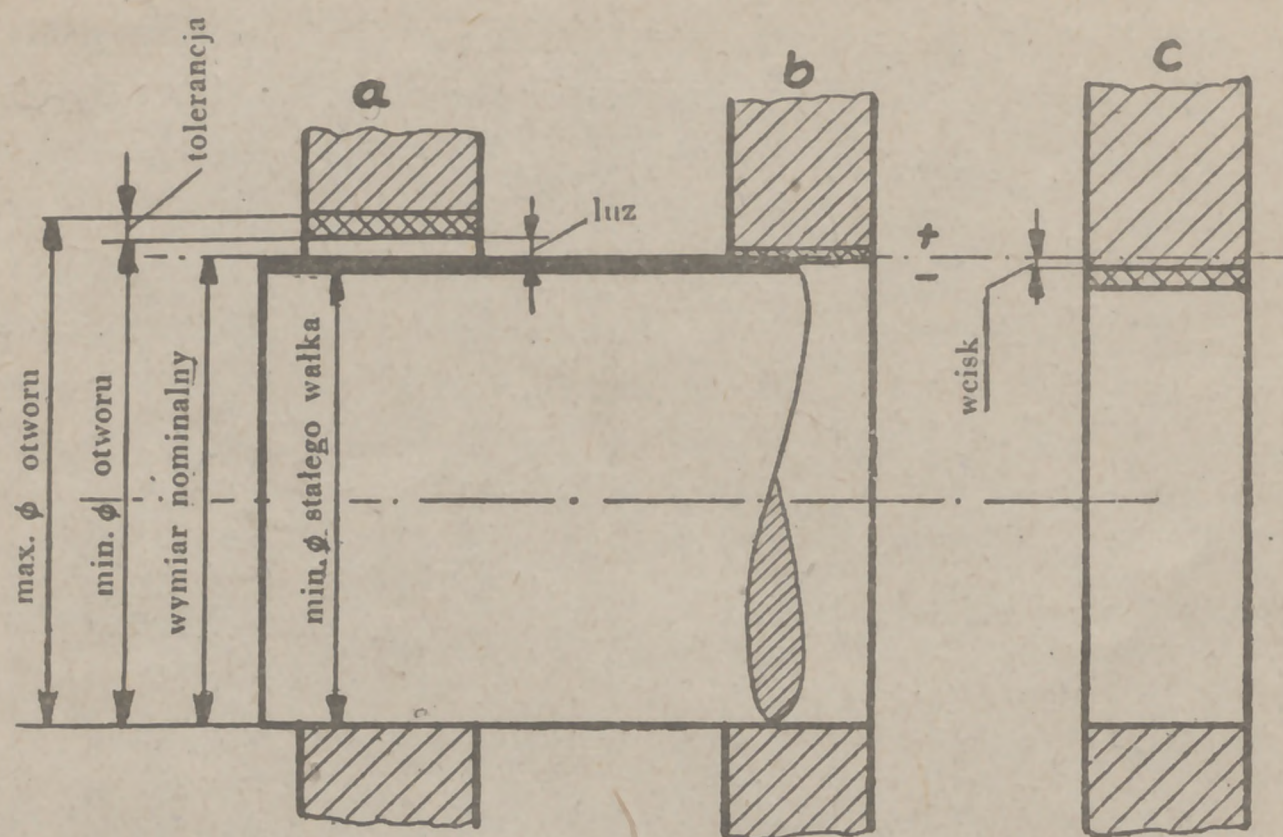
Ponieważ temperatura lutowania nie jest tak wysoka jak przy spawaniu, więc przy naprawach nie potrzeba nieraz wymontowywać znajdujących się w sąsiedztwie miejsca lutowanego sprężyn, łożysk kulkowych itp. przedmiotów, któreby mogły od żaru ucierpieć.

Rys. 236
 Kątownik przylutowany na trzy sposoby:
 a — najlepiej; b — dobrze; c — najslabiej



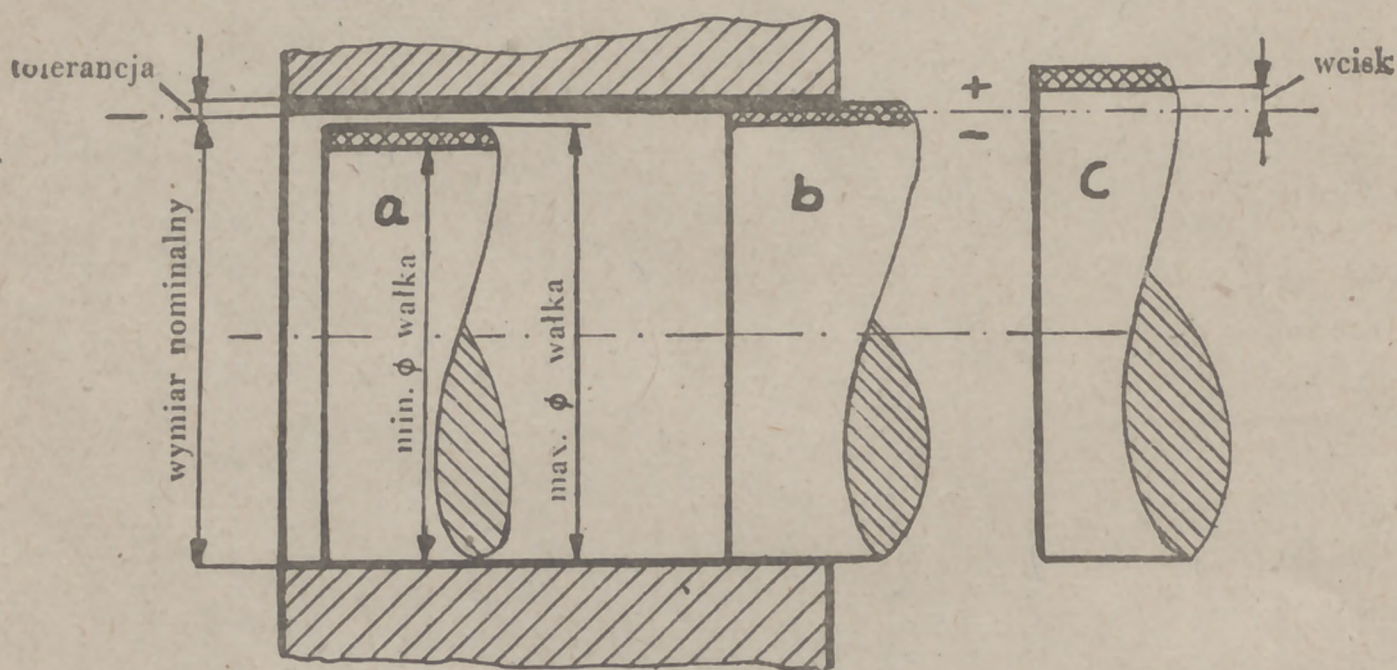
Rys. 237

Przykłady prawidłowego i wadliwego lutowania: części lutowane muszą się opierać na długim odcinku, dlatego trzeba je dopiłowywać



Rys. 238

Zasada stałego wałka: wałek wykonany jest o wymiarze conajwyżej równym nominalnemu, a dopuszczalne odchyłki są ujemne. Czarny pas oznacza tolerancję wałka
 a — pasowania ruchome (obrotowe i przestronne); b — pasowania przylgowe i suwliwe;
 c — pasowania stałe (wtłaczane i wciskane)
 (pola kreskowane na krzyż oznaczają tolerancję dopasowywanych otworów)



Rys. 239

Zasada stałego otworu: wymiar otworu może się wahać między wymiarem nominalnym oraz górną odchyłką, w granicach tolerancji oznaczonej czarnym pasem. W zależności od pasowania dobieramy wałek jak litera a dla przestronnych i obrotowych, jak litera b dla przylgowych i suwliwych i jak litera c dla wciskanych i wtłaczanych. Pola kreskowane na krzyż oznaczają tolerancję dobieranych wałków

ROZDZIAŁ III

MIĘDZYNARODOWY UKŁAD PASOWAŃ ISA

A. Uwagi wstępne

Wychodzimy z założenia, że nie można nigdy wykonać przedmiotu idealnie dokładnie na pożądaną wymiar, a jedynie otrzymać mniejsze lub większe przybliżenie. Przy nowoczesnej produkcji masowej, gdzie między innymi musimy mieć zapewnioną wymiennność części, określamy zawsze górną i dolną granicę wymiaru; przekroczenie wymiaru poza którąś granicę jest niedopuszczalne (porównaj str. 16).

Dla lepszego zrozumienia podanych dalej tabel, dajemy wytłumaczenie używanych tu wyrazów:

Pasowanie jest to dobranie do siebie otworu i wałka, przy odpowiednim wykonaniu wymiarów ze względu na przeznaczenie w pracy. Jeżeli wałek w otworze ma się poruszać (tzw. pasowanie ruchowe, gdzie jedna część może się po drugiej przesuwac lub obracać) to pomiędzy ściankami wałka i otworu musi być luz, choćby bardzo mały (patrz litera *a* na rys. 238 i 239).

Widzimy w obu wypadkach, jeżeli wałek będzie dopuszczalnie największy, a otwór nawet dopuszczalnie najmniejszy, zawsze jeszcze będzie między ściankami luz potrzebny do obracania lub przesuwania się.

Przykłady oznaczone literą *c* na rys. 238 i 239 pokazują nam pasowanie stałe, gdzie przy utrzymaniu wymiarów w granicach tolerancji mamy wałek zawsze większy od otworu (czyli istnieje oznaczony na rysunkach wcisk). Wałek taki trzeba do otworu wtłaczać siłą lub osadzać na gorąco. Po osadzeniu rozłączenie jest już bardzo trudne.

Trzecią grupę stanowią przykłady z pod litery *b*, gdzie mamy w zależności od wykonania mały luz lub mały wcisk.

Wymiar podawany na rysunku, nazywamy wymiarem nominalnym (np. $\varnothing 20$).

Wymiar ten posiada górną i dolną granicę; odległość od wymiaru nominalnego do granicy nazywamy odchyłką: Rozróżniamy odchyłkę górną i dolną, np. $\varnothing 20 \begin{matrix} + 0,01 \\ - 0,03 \end{matrix}$

Odległość od odchyłki dolnej do górnej nazywamy tolerancją (w powyższym przykładzie tolerancja wynosi 0,04 mm).

Ze względu na małe wymiary odchyłek, podaje je tabela w mikronach ($1\mu = 0,001$ mm). Odchyłki są dobrane w zależności od pożądanej dokładności, rodzaju pasowania i wielkości wymiaru.

Jak już omówiliśmy przy opisie sprawdzianów oraz rozwiercenia, pasowania ujęte są normami i podzielone według dwóch zasad:

B. Zasada stałego wałka

Widzimy na rys. 161 wałek na całej długości o jednym wymiarze; do niego dopasowane są różnej wielkości otwory, w zależności od rodzaju pasowania: w łożysku stosujemy pasowanie obrotowe luźne, a w pierścieniu oporowym pasowanie przylgowe.

Jeżeli przy danym wymiarze nominalnym wałek posiada dla każdego pasowania tę samą średnicę, a dobieramy do niego różne średnice otworów, to wtedy nazywamy to zasadą stałego wałka (patrz rys. 238).

Jak wynika z opisu do rys. 161, jest to sposób pracy kosztowny, bo przy tym samym wymiarze nominalnym trzeba mieć na każde pasowanie inny rozwiertak, dlatego zasadę stałego wałka stosujemy we wielkich fabrykach przy produkcji masowej.

C. Zasada stałego otworu

Jeżeli przy danym wymiarze nominalnym z ustaloną tolerancją, przyjmiemy otwór jako stały, a do niego będziemy dobierać różne średnice wałka w zależności od tego, czy ma pasować luźno czy ciasno, będzie to zasada stałego otworu (patrz rys. 239).

Zasadę tę stosujemy przy małej produkcji jednostkowej i seryjnej. Daje nam to oszczędność na kosztach narzędzi, co w małych warsztatach jest decydujące. Wystarcza bowiem mieć dla danego wymiaru jeden rozwiertak, a pasujące wałki łatwo jest dokładnie wytoczyć, oszlifować i dopasować jak porzeka.

D. Tabele pasowań

Pasowania oznaczone są symbolami: literą i cyfrą. Wałki oznacza się małą literą np. *h*, a otwory dużą literą np. *E*. Litera oznacza rodzaj pasowania, a cyfra klasę dokładności. Całe pasowanie oznaczone jest np. *h8 — E9*, co oznacza, że stały wałek *h8* siedzi w otworze *E9*. Jest to pasowanie, jak widać z tabeli, obrotowe. Dopuszczalne odchyłki możemy w odpowiedniej rubryce łatwo odczytać. Np. przy danym wymiarze nominalnym $\varnothing 20$ *h8 E9* szukamy średnicy $\varnothing 20$ w rubryce od 18 do 30 mm, i widzimy że wałek *h8* ma odchyłki: — 33 oraz 0, a otwór *E9* ma odchyłki + 40 i + 92 mikronów. Jeżeli nawet wałek będzie w granicach tolerancji dopuszczalnie największy, czyli gładko 20 mm, otwór nawet dopuszczalnie najmniejszy będzie miał zawsze jeszcze $\varnothing 20,042$ mm, czyli będzie potrzebny w łożysku luz do obracania się.

Poszczególne pasowania mają nazwy, mówiące same za siebie: obrotowe luźne, lekko wtłaczane itp.

Ze względu na różne dokładności wykonań widzimy, że te same pasowania powtarzają się kilkakrotnie, lecz z inną cyfrą jako mniej lub więcej dokładne, czyli z różnymi tolerancjami.

PASOWANIE w-g ZASADY STAŁEGO OTWORU

Odchyłki podane w mikronach (0,001 mm)

Wymiar nominalny	Bardzo dokładne		Dokładne		Zwykłe		Zgrubne	
	H6	H7	H6	H7	H8	H11	H8	H11
+25 do 0	+25	+22	0	0	0	0	0	0
	+27	+23	+38	+35	0	0	0	0
+15 do 33	+15	+13	+28	+25	0	0	0	0
	+3	+3	+18	+15	0	0	0	0
-11 do 7	-11	-9	+6	+6	0	0	0	0
	-18	-15	0	0	0	0	0	0
-32 do 14	-32	-27	-12	-12	0	0	0	0
	+40	+35	0	0	0	0	0	0
+43 do 68	+43	+37	+59	+56	0	0	0	0
	+27	+23	+45	+42	0	0	0	0
+15 do 40	+15	+13	+35	+32	0	0	0	0
	+3	+3	+25	+22	0	0	0	0
-11 do 14	-11	-9	+13	+10	0	0	0	0
	-25	-22	0	0	0	0	0	0
-39 do 83	-39	-34	-12	-12	0	0	0	0
	-83	-71	-36	-33	0	0	0	0
-148 do 245	-148	-126	-72	-72	0	0	0	0
	-245	-207	-120	-120	0	0	0	0
+63 do 250	+63	+54	0	0	0	0	0	0
	-63	-54	0	0	0	0	0	0
-106 do 185	-106	-90	-36	-36	0	0	0	0
	-185	-159	-72	-72	0	0	0	0
-305 do 250	-305	-260	-120	-120	0	0	0	0
	+250	+220	0	0	0	0	0	0
-250 do 395	-250	-220	0	0	0	0	0	0
	-395	-340	-120	-120	0	0	0	0
-500 do 690	-500	-430	-210	-210	0	0	0	0
	-690	-580	-360	-360	0	0	0	0
-1180 do 1180	-1180	-990	-640	-640	0	0	0	0
	+1180	+990	+640	+640	0	0	0	0
+25 do 180	+25	+22	0	0	0	0	0	0
	+27	+23	+38	+35	0	0	0	0
+15 do 33	+15	+13	+28	+25	0	0	0	0
	+3	+3	+18	+15	0	0	0	0
-11 do 7	-11	-9	+6	+6	0	0	0	0
	-18	-15	0	0	0	0	0	0
-32 do 14	-32	-27	-12	-12	0	0	0	0
	+40	+35	0	0	0	0	0	0
+43 do 68	+43	+37	+59	+56	0	0	0	0
	+27	+23	+45	+42	0	0	0	0
+15 do 40	+15	+13	+35	+32	0	0	0	0
	+3	+3	+25	+22	0	0	0	0
-11 do 14	-11	-9	+13	+10	0	0	0	0
	-25	-22	0	0	0	0	0	0
-39 do 83	-39	-34	-12	-12	0	0	0	0
	-83	-71	-36	-33	0	0	0	0
-148 do 245	-148	-126	-72	-72	0	0	0	0
	-245	-207	-120	-120	0	0	0	0
+63 do 250	+63	+54	0	0	0	0	0	0
	-63	-54	0	0	0	0	0	0
-106 do 185	-106	-90	-36	-36	0	0	0	0
	-185	-159	-72	-72	0	0	0	0
-305 do 250	-305	-260	-120	-120	0	0	0	0
	+250	+220	0	0	0	0	0	0
-250 do 395	-250	-220	0	0	0	0	0	0
	-395	-340	-120	-120	0	0	0	0
-500 do 690	-500	-430	-210	-210	0	0	0	0
	-690	-580	-360	-360	0	0	0	0
-1180 do 1180	-1180	-990	-640	-640	0	0	0	0
	+1180	+990	+640	+640	0	0	0	0

wymiar nominalny



Wymiar nominalny	H6	H7	H8	H11
stały otwór				
mocno wciskane				
wciskane				
lekko wciskane				
przyługowe				
suwliwe				
obrotowe ciasne				
stały otwór				
b. lekko włączane				
mocno wciskane				
wciskane				
lekko wciskane				
przyługowe				
suwliwe				
obrotowe ciasne				
obrotowe				
obrotowe luźne				
obrotowe b. luźne				
stały otwór				
suwliwe				
obrotowe				
obrotowe luźne				
obrotowe b. luźne				
stały otwór				
suwliwe				
obrotowe b. luźne				
przestronne				
przestronne luźne				
przestronne b. luźne				

SPIS RZECZY

Rozdział I.

	str.
WARSZTAT ŚLUSARSKI	3
A. Lokal	3
B. Stanowiska ślusarskie	3
C. Imadło ślusarskie	4
1. Imadło z wysuwaną szczęką przednią	4
2. „ „ „ tylną	4
3. „ stałe lub obrotowe	7
4. Mocowanie w imadłach	7
5. Dobór imadeł	8
6. Konserwacja imadeł	8

Rozdział II.

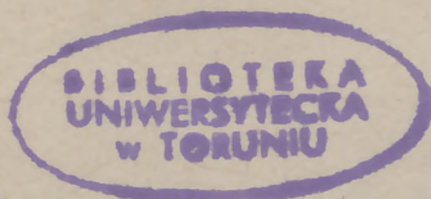
GLÓWNE CZYNNOCI ŚLUSARSKIE	11
A. Mierzenie	11
1. Dokładność pomiarów	11
2. Noniusz i jego zastosowanie	11
a. Suwmiarka	12
b. Suwmiarka uniwersalna	15
c. Suwmiarka z podziałką calową	15
d. Suwmiarka głębokościowa	16
e. Konserwacja suwmiarek	16
3. Szczelinomierz	19
4. Macki	19
5. Linia	19
6. Kątowniki	20
a. Kątownik budowlany	20
b. Kątownik ślusarski dokładny	20
c. Kątownik wzorcowy precyzyjny	20
d. Posługiwanie się kątownikiem	20
e. Konserwacja kątowników	25
7. Kątomierze	25
8. Szablony	26
9. Mikromierz	26
10. Klocki Johansona	30
11. Sprawdziany	32

	str.
12. Czujniki	32
a. Czujnik dźwigniowy	32
b. Czujnik zegarowy	33
c. Optyometr	33
d. Obsługa czujników	33
B. Trasowanie	33
1. Trasowanie płaskie	33
a. Powlekanie powierzchni	33
b. Narzędzia traserskie	34
c. Łączenie łuków z prostą i łukiem	37
d. Przykład trasowania płaskiego	37
2. Trasowanie przestrzenne	38
a. Igła i płyta traserska	38
b. Przykład trasowania przestrzennego	43
C. Obróbka przez ręczne ścinanie wióra	43
1. Przecinak	43
2. Wycinaki	44
3. Ostrzenie przecinaków i wycinaków	44
4. Młotki ślusarskie	49
D. Przycinanie piłką	49
1. Opis piłki i piłowania	49
2. Brzeszczot	50
3. Różne rodzaje przycinania:	53
a. Stal twarda	53
b. Blacha	53
c. Rury	53
d. Stal hartowana	54
E. Piłowanie pilnikami	54
1. Rodzaje pilników	54
a. Różne nacięcia	54
b. Kształty pilników	57
2. Trzymanie pilników	57
3. Piłowanie płaszczyzny	60
4. Piłowanie krzywizny	60
5. Rozpiłowywanie pilnikami okrągłymi	60
6. Konserwacja pilników	62
F. Skrobanie	64
1. Skrobanie powierzchni płaskich	64
2. Skrobanie powierzchni walcowych	66
3. Konserwacja sprzętu	68

	str
G. Wiercenie otworów	68
1. Wprowadzanie wiertła w oś otworu	68
2. Wiercenie do rozpiłowania	68
3. Mocowanie przedmiotów przy wierceniu	69
4. Zaostrzenie wiertła	69
H. Rozwiercanie	71
1. Uwagi wstępne	71
2. Rozwiercanie stożkowe	71
3. Rozwiercanie walcowe ręczne	75
4. Rozwiercanie maszynowe	79
5. Rozwiercanie precyzyjne	79
6. Konserwacja rozwiertaków	79
I. Gwintowanie	80
1. Uwagi wstępne	80
2. Gwint calowy Whithwortha	80
3. Gwint metryczny Sellersa	82
4. Gwinty drobne calowe i metryczne	83
5. Nacinanie gwintu wewnętrznego gwintownikami	83
a. Dobór wiertła do wiercenia otworu pod gwint	83
b. Gwintowanie otworów na wylot	85
c. Gwintowanie otworów długich	85
d. Gwintowanie otworów ślepych	87
e. Przyczyny pęknięcia i usuwanie złamanych gwintowników.	87
f. Pokrętki do gwintowników	89
6. Ręczne nacinanie gwintu na sworzniach	89
a. Narzynka stała	89
b. Narzynka dwudzielna	91
c. Gwintownica do gwintów gazowych	91
d. Dobór średnicy sworznia przy gwintowaniu narzynką.	91
J. Zwijanie sprężyn	92
1. Zwijanie ręczne w imadle	92
2. Materiał na sprężyny	92
3. Rodzaje sprężyn	92
a. Sprężyny rozciągane	92
b. Sprężyny ściskane	94
c. Sprężyny skręcane	94
4. Obliczenia materiałowe dla wykonania sprężyny	94
a. Długość i waga drutu	94
b. Średnica rdzenia (korby)	96
K. Zginanie na zimno	97
1. Zginanie kształtowników	97

	str.
2. Zginanie prętów	97
a. Zginanie ręczne	97
b. Zginanie na przyrządach	99
3. Zginanie blach	101
L. Zginanie rur	103
1. Zginanie rur z wypełnianiem:	103
a. Wypełnianie piaskiem itp.	103
b. Zginanie z wypełnianiem przez stempel kalibrujący	103
2. Gięcie rur bez wypełniania	103
a. Przepisowa grubość ścianki	105
b. Dopuszczalny promień zginania	105
c. Umocowanie rolki	105
d. Podparcie rury	105
e. Zamocowanie rury	105
f. Rury ze szwem	105
g. Osadzenie rury w rolkach	106
h. Twardość rury	106
3. Obliczenie materiałowe	106
4. Odginanie i doginanie rur. Usuwanie spłaszczeń	110
M. Przebijanie	112
1. Przebijanie materiałów uszczelniających	112
2. Przebijanie muru	112
N. Łączenie na śruby i kołki	112
1. Śruby z łbem sześciokątnym	112
a. Śruby niepasowane	112
b. Śruby pasowane	113
2. Śruby wpuszczane	113
a. Śruby z łbami walcowymi	113
b. Śruby z łbami stożkowymi	113
c. Śruby z łbami soczewkowymi	113
3. Ustalanie kołkami	114
O. Nitowanie.	114
1. Uwagi wstępne	114
2. Łączenie części maszyn na nity.	114
3. Nitowanie blach „mocne“	117
a. Trasowanie otworów	117
b. Wykonanie otworu	117
c. Dociąganie i zabijanie	117
4. Nitowanie szczelne	119

	str.
P. Lutowanie	119
1. Lutowanie miękkie	119
a. Opis lutowania	119
b. Przykłady lutowania	120
2. Lutowanie twarde (Lutospawanie)	120
 Rozdział III 	
MIĘDZYNARODOWY UKŁAD PASOWAŃ ISA	125
A. Uwagi wstępne	125
B. Zasada stałego wałka	126
C. Zasada stałego otworu	126
D. Tabele pasowań.	126
Spis rzeczy	129
Spis literatury	133



LIBRARY OF THE
MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
CAMBRIDGE, MASS.

S P I S L I T E R A T U R Y

Część fotografii wzięto z podręczników:

„Das Bearbeiten der Metalle“, Schwoch-Blume.

„Die Berufsausbildung des Mechanikers“, — Durst.

Tabele pasowań ISA według prof. Brandenbergera, z politechniki
związkowej w Zurychu.

Biblioteka Główna UMK



300000074694

81-

Pod redakcją Komisji Wydawniczej S.T.P. ukazały się dotąd następujące
wydawnictwa: « Biblioteki Technicznej »

Nr 7.	Jedwabnictwo, Dr. I. Wipiński; Str. 32 + 2 rys	sh 1/9
Nr 2.	Instalacje elektr. w pojazdach mech., F. Rzeszowski; str. 122 + 96 rys	sh 8/-
Nr 3.	Elektryczne jednostki pomiarowe, Z. Śliwiński; str. 68 .	sh 3/5
Nr 4.	Potencjometry, P. Romanowski; str. 24 + 20 rys	sh 1/9
Nr 5.	Pierwiastki chemiczne, H. Sawiński; str. 104 + 6 tabl.	sh 5/-
Nr 6.	Instalacje elektryczne, Inż. S. Kubaszewski; str. 211 + 279 rys	sh 7/6
Nr 7.	Uprawa roli i roślin, Prof. Mikułowski - Pomorski; str. 400 + 210 rys.	sh 15/-
Nr 8.	Oscylograf katodowy, J. H. Reyner; str. 160 + 134 rys . . .	sh 8/-
Nr 9.	Projektowanie konstrukcji żelbetowych, Inż. J. Zieliński; str. 270 + 193 rys + 32 tabl.	sh 15/-
Nr 10.	Podstawy elektrotechniki, J. Borkowski i J. Buczkiewicz; str. 210 + 214 rys	sh 10/-
Nr 11.	Roboty żelbetowe i stropy; str. 40 + 44 rys	sh 1/9
Nr 12.	Stolarstwo budowlane; str. 44 + 46 rys	sh 1/9
Nr 13.	Roboty instalacyjne, ślusarskie i dekarские; str. 61 + 32 .	sh 2/8
Nr 14.	Budownictwo ogólne (opr. kompl. Kursu Koresp.); str. 306 + 288 rys	sh 10/-
Nr 15.	Zwięzły podręcznik handlowości (opr. kompl. Kursu Ko- resp); str. 276	sh 9/-
Nr 16.	Obsługa maszyn i urządzeń elektr. oraz pomiary elektr.; str. 52 + 55 rys	sh 3/5
Nr 17.	Kurs elektrotechniki (opr. kompl. Kursu Koresp.); str. 262 + 279 rys	sh 19/-
Nr 18.	Ślusarstwo, Tng. K. Donimirski; str. 134 + 239 rys + 2 tabl.	sh. 6/6
Nr 21.	Jak rozbitcie atomu wyzwala energię; str. 24 + 12 rys . . .	sh 1/-

(Nr 2, 7, 8, 9, 10, 18; są do nabycia w oprawie z dopłatą sh 1/6)

Książki te są do nabycia we wszystkich księgarniach posiadających dział
polski, oraz w

STOWARZYSZENIU TECHNIKÓW POLSKICH

- w W. Brytanii: London W2 - 9 Sussex S2.
- we Włoszech: Roma - Piazza Remuria, 2-a.
- we Francji: Paris-6e - 7 Rue Corneille.
- w Szwajcarii: Wintorthur - Marskstrasse 10.
- w Belgii: Bruxelles - 51 Rue Cluysenayer.
- w Niemczech (strofa U.S.A.): Hoechst (Main) Farbenstrasse, 2 (Seksja Szko-
lenia Zawodowego).
- w Argentynie: Buenos Aires (Argentina) - Carlos Pellegrini 1327.
- w Brazylii: Rio de Janeiro - C. P. 1949.

Biblioteka
Główna
UMK Toruń

725103